

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: **81400387.7**

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: **B 21 D 26/02**

(22) Date de dépôt: **13.03.81**

(30) Priorité: **13.03.80 FR 8005656**

(43) Date de publication de la demande:  
**23.09.81 Bulletin 81/38**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE GB IT LI NL SE**

(71) Demandeur: **VALLOUREC Société Anonyme dite.**  
**7, place du Chancelier Adenauer**  
**F-75116 Paris(FR)**

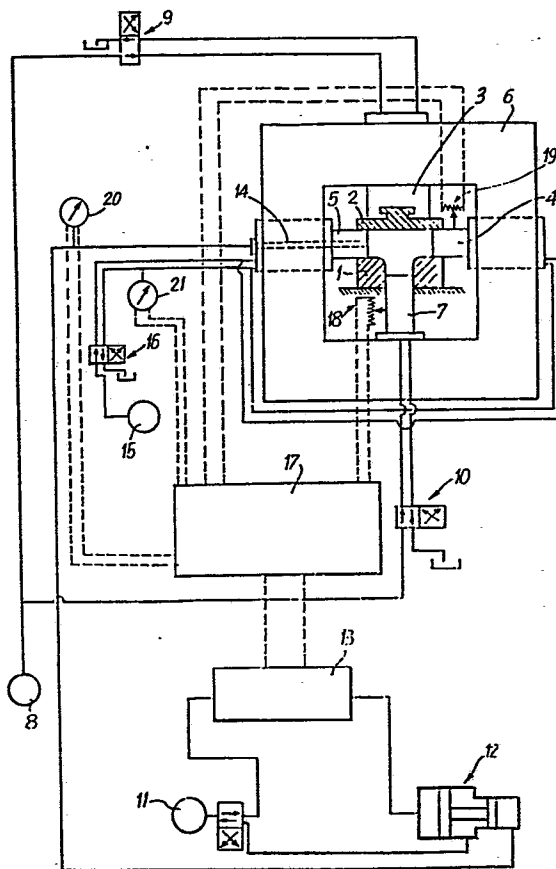
(72) Inventeur: **Esperou, Richard**  
**D 95 "Le Luxembourg" Boulevard de l'Europe**  
**F-59600 Maubeuge(FR)**

(72) Inventeur: **Garnier, André**  
**17, rue d'Aulnoye**  
**F-59145 Berlaimont(FR)**

(74) Mandataire: **Nony, Michel**  
**Cabinet Nony 29, rue Cambacérès**  
**F-75008 Paris(FR)**

(54) **Procédé perfectionné pour fabriquer des pièces par hydroflambage et dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé.**

(57) Procédé pour obtenir par hydroflambage des pièces de forme telles que des T, caractérisé par le fait qu'après avoir soumis l'ébauche à une compression longitudinale donnée, (4,5) l'on provoque une augmentation de la pression (20) à l'intérieur de l'ébauche pour obtenir une déformation transversale de cette dernière (7) et que l'on détermine en fonction de la valeur de la pression interne la loi de variation que l'on lui fait subir ultérieurement.



Procédé perfectionné pour fabriquer des pièces par hydroflambage et dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé

La présente invention est relative à un procédé et à un  
5 dispositif pour fabriquer par hydroflambage des pièces  
métalliques creuses à partir d'ébauches tubulaires ou ana-  
logues.

Il existe actuellement différentes techniques de formage à  
froid pour fabriquer à partir d'ébauches des pièces métalli-  
10 ques creuses telles que par exemple des pièces à bulbe et en  
particulier des raccords en T destinés à former des dériva-  
tions dans des canalisations de transport de liquides ou de  
gaz. Parmi ces techniques, on peut notamment citer le formage  
électro-hydraulique, le formage électro-magnétique, le for-  
15 mage par explosion et l'hydroflambage.

La présente invention vise plus précisément à apporter des  
perfectionnements à la technique de l'hydroflambage, ou  
hydroformage, qui consiste à réaliser la pièce à la forme  
désirée en une seule opération, à partir d'une ébauche, dans  
20 une matrice de forme correspondante en associant une action  
mécanique obtenue par la poussée d'un ou plusieurs pistons et  
une pression hydraulique à l'aide d'un liquide, notamment de  
l'eau remplissant l'intérieur de l'ébauche.

Afin d'obtenir des pièces de qualité et de forme aussi cons-  
25 tantes que possible on a déjà proposé divers procédés et  
dispositifs pour réguler pendant l'opération d'hydroflambage  
la pression ou le volume du liquide à l'intérieur de l'ébau-  
che en fonction du déplacement du ou des pistons assurant  
l'action mécanique.

30 Un inconvénient commun aux procédés et aux dispositifs ac-  
tuellement connus, tant ceux assurant une régulation de

pression que ceux assurant une régulation de volume, est qu'ils ne permettent d'assurer des résultats industriels satisfaisants que si les ébauches de départ présentent toutes des caractéristiques dimensionnelles et métallurgiques parfaitement définies et constantes. Ces procédés et dispositifs antérieurs peuvent ainsi être éventuellement intéressants sur le plan économique pour des ébauches obtenues par emboutissage de tôle mais ne sont pas satisfaisants lorsque l'on cherche à utiliser des ébauches de départ constituées chacune par exemple par un tronçon de tube.

En effet, on constate que les tubes d'acier fabriqués industriellement, notamment les tubes en acier inoxydable fabriqués par extrusion à chaud, présentent des irrégularités de structure, avec des zones présentant une structure à grains fins et des zones présentant des gros grains. Ces irrégularités de structure entraînent des irrégularités de limites d'écoulement qui, au cours d'un processus d'hydroflambage, se traduisent d'une part par des variations de la déformation plastique de l'ébauche selon les zones de celles-ci, et d'autre part par des phénomènes d'instabilité qui peuvent entraîner la rupture de l'ébauche en cours de formage.

Par ailleurs, les tronçons de tube présentent des irrégularités dimensionnelles relatives à leur épaisseur ou dues à des ovalisations ou des excentrations qui sont inévitables avec leurs procédés actuels de fabrication. Ces irrégularités sont telles que les procédés d'hydroflambage déjà connus ne donnent actuellement pas satisfaction.

La présente invention vise à fournir un procédé et un dispositif permettant d'éviter les inconvénients mentionnés ci-dessus des procédés et dispositifs antérieurement connus et d'obtenir des pièces métalliques creuses présentant notamment des caractéristiques dimensionnelles constantes, à des cadences compatibles avec une exploitation industrielle économique en

réduisant au maximum les rebuts de fabrication, et ce à partir d'ébauches tubulaires obtenues notamment par tronçonnage de tubes.

La présente invention a pour objet un nouveau procédé pour  
5 obtenir par hydroflambage des pièces de forme telles que des T ou des bulbes à partir d'ébauche se présentant sous la forme d'une section de tube ou sous une forme analogue, par application d'une contrainte mécanique dans le sens longitudinal de l'ébauche et d'une pression hydraulique à l'inté-  
10 rieur de celle-ci, de manière à obtenir une déformation de l'ébauche dans le sens transversal, procédé caractérisé par le fait qu'après avoir soumis l'ébauche à une compression longitudinale donnée, l'on provoque une augmentation de la pression à l'intérieur de l'ébauche pour obtenir une défor-  
15 mation transversale de cette dernière, et que l'on détermine en fonction de la valeur de la pression interne et/ou de la déformation transversale de l'ébauche, la loi de variation que l'on fait subir ultérieurement à la pression interne de l'ébauche en fonction de la compression longitudinale à  
20 laquelle on la soumet.

Le procédé conforme à l'invention permet donc dans un premier temps de procéder à une sorte de test de l'ébauche en mesurant par exemple la pression interne qu'il faut lui appliquer tout en la soumettant à une compression axiale prédéterminée  
25 pour obtenir une déformation transversale d'une valeur préétablie. La pression interne que l'on a ainsi mesurée a une valeur qui dépend des caractéristiques mécaniques de l'ébauche qui dépendent, comme cela a été expliqué précédemment, d'une part des dimensions et en particulier de l'épais-  
30 seur ou de l'excentration de la section de tube et d'autre part de ses qualités métallurgiques.

La valeur ainsi mesurée de la pression interne qui provoque une déformation transversale prédéterminée de l'ébauche

permet de sélectionner la loi d'hydroflambage à laquelle on doit soumettre l'ébauche pour l'obtention d'un produit satisfaisant. Cette courbe d'hydroflambage est, conformément à l'invention, définie par la valeur instantanée de la pression interne que l'on doit appliquer sur l'ébauche pour chaque valeur de la déformation longitudinale de l'ébauche due aux efforts mécaniques qu'elle subit.

Les différentes lois d'hydroflambage possibles sont déterminées préalablement de manière expérimentale, chacune d'elles correspondant par exemple à une ébauche de structure donnée.

Conformément à l'invention, il est également possible de renouveler plusieurs fois le processus qui vient d'être décrit au cours de l'hydroformage d'une pièce donnée. Il suffit pour cela de déterminer par exemple la pression régnant à l'intérieur de l'ébauche à l'instant où la déformation transversale de cette dernière atteint une nouvelle valeur prédéterminée supérieure à la précédente, pour sélectionner la loi selon laquelle on poursuivra la déformation en maintenant à l'intérieur de l'ébauche une pression instantanée fonction de la compression longitudinale de l'ébauche.

La présente invention a également pour objet un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé défini ci-dessus, ce dispositif comportant une matrice susceptible de recevoir une ébauche tubulaire ou analogue et un moyen permettant de faire régner à l'intérieur de l'ébauche une pression réglable, caractérisé par le fait qu'il comporte en outre un moyen pour mesurer les déformations transversales de l'ébauche, un moyen pour mesurer la compression longitudinale de l'ébauche, et un moyen permettant de faire varier la pression interne de l'ébauche en fonction de sa compression longitudinale selon une loi prédéterminée choisie en fonction de la valeur de la pression interne et/ou de la déformation transversale de l'ébauche.

Le moyen pour déterminer la compression longitudinale de l'ébauche ainsi que le moyen pour déterminer sa déformation transversale peuvent être constitués par des palpeurs rhéostatiques qui fournissent ces grandeurs sous forme électrique.

- 5 Le procédé selon l'invention est en particulier destiné à réaliser des T simples ou multiples à partir de sections de tube. Il est également bien adapté pour réaliser des pièces présentant un bulbe dans leur partie centrale telles que par exemple des ponts arrières de véhicule. Cependant, le procédé  
10 selon l'invention permet également de réaliser des pièces ayant une forme différente.

Conformément à l'invention, on peut ainsi transformer par hydroflambage des pièces pesant par exemple de 0,5 à 10 kilos et ayant une épaisseur comprise entre par exemple 3 à 15 mil-  
15 limètres.

Le temps nécessaire au processus hydroflambage selon l'invention peut varier selon la nature et la dimension des pièces entre par exemple une dizaine et quelques dizaines de secondes.

- Le processus caractéristique du procédé selon l'invention  
20 peut être renouvelé à des intervalles de temps qui sont par exemple de l'ordre de 2 à 4 secondes en fonction de la nature des pièces à déformer.

- Dans le but de mieux faire comprendre l'invention on va en décrire maintenant à titre d'illustration et sans aucun  
25 caractère limitatif un mode de mise en oeuvre à l'aide d'un dispositif schématiquement représenté sur la figure unique du dessin annexé.

- On a représenté sur le dessin une matrice dont la partie inférieure 1 est fixe et dont la partie supérieure 2 est  
30 montée sur un piston mobile 3. La matrice a la forme générale

d'un T, l'ébauche constituée par un tronçon de tube devant être placée de droite à gauche entre les pistons 4 et 5 de deux vérins hydrauliques montés dans le châssis 6 du dispositif.

Le piston 7 d'un vérin hydraulique s'engage dans la branche 5 inférieure du T pratiqué dans la matrice. Lors du processus d'hydroflambage, le piston 7 est initialement repoussé vers le haut contre l'ébauche tubulaire en restant appliqué contre cette dernière par une force constante réglable. De cette sorte, le piston 7 sert pour ainsi dire de palpeur pour 10 suivre les déformations transversales de l'ébauche au cours du processus d'hydroflambage.

Une pompe hydraulique 8 commande les pistons 3 et 7 par l'intermédiaire des dispositifs à tiroir 9 et 10 qui permettent de soulever et d'abaisser la partie supérieure mobile 2 15 de la matrice et de laisser se déplacer vers le bas en opposant une force préréglable le piston 7 lequel peut être également repoussé vers le haut en fin de processus pour dégager le T qui vient d'être fabriqué après avoir bien entendu ouvert la partie supérieure 2 de la matrice.

20 Une pompe hydraulique 11 alimente un dispositif multiplicateur de pression à pistons différentiels 12, par l'intermédiaire d'un système de commande électrique 13, le fluide à haute pression est envoyé par une canalisation à l'intérieur de l'ébauche et en passant par l'orifice 14 qui est pratiqué 25 à l'intérieur du piston 5.

Une pompe hydraulique 15 alimente en fluide sous pression les vérins des pistons 4 et 5 qui assurent la compression axiale de l'ébauche. Un tiroir 16 permet d'inverser le mouvement de ces pistons 4 et 5.

30 Un dispositif non représenté qui peut être par exemple de type mécanique ou hydraulique fait en sorte que les déplace-

ments des pistons 4 et 5 s'effectuent obligatoirement de manière symétrique par rapport à la matrice 1.

Un calculateur électronique 17 est simultanément relié à un palpeur rhéostatique 18 qui mesure les déplacements du piston 7, à un palpeur rhéostatique 19 qui mesure les déplacements du piston 4, à un manomètre 20 qui mesure la pression à l'intérieur de l'ébauche, à un manomètre 21 qui mesure la pression agissant sur les pistons 4 et 5 et enfin au dispositif 13 qui détermine la valeur instantanée de la pression à l'intérieur de l'ébauche.

Le fonctionnement du dispositif est le suivant en partant de la position représentée sur le dessin, le dispositif ne contenant pas d'ébauche.

En agissant sur le tiroir 9 on soulève le piston 3 et la partie supérieure 2 de la matrice, ce qui permet d'introduire une ébauche tubulaire non représentée à l'intérieur de la matrice entre les pistons 4 et 5 qui comportent des organes d'étanchéité pour que l'on puisse appliquer la pression nécessaire à l'intérieur de l'ébauche.

A l'aide du tiroir 9 on fait descendre la partie mobile de la matrice pour maintenir fermement la section de tube pendant le processus d'hydroflambage.

A l'aide du tiroir 16 on applique longitudinalement sur l'ébauche une compression dont la valeur est déterminée par le calculateur 17 en fonction de la pression mesurée par le manomètre 21. Cette compression longitudinale de l'ébauche a pour but d'assurer l'étanchéité et de soumettre l'ébauche à une contrainte longitudinale.

Le piston 7 est ramené vers le haut au contact de l'ébauche par l'intermédiaire du tiroir 10 qui maintient le piston 7

appliqué contre l'ébauche avec une force constante.

Grâce au dispositif 13, le calculateur électronique provoque l'augmentation progressive de la pression à l'intérieur de l'ébauche ce qui entraîne un déplacement vers le bas du piston 7 qui est mesuré par le palpeur lequel transmet cette information au calculateur 17.

Lorsque la valeur du déplacement du piston 7 a atteint une valeur prédéterminée le calculateur 17 commande le dispositif 13 qui détermine la pression à l'intérieur de l'ébauche de telle manière qu'en fonction du déplacement du piston 4 mesuré par le palpeur 19 la pression régnant à l'intérieur de l'ébauche soit déterminée en fonction d'une loi préalablement mise en mémoire dans le calculateur 17 et qui est choisie par le calculateur en fonction de la valeur de la pression à l'intérieur de l'ébauche au moment où le piston 7 a subi le déplacement de valeur prédéterminée.

Dans un premier mode de mise en oeuvre de l'invention, le processus d'hydroflambage se poursuit alors en fonction de la loi de variation de la pression interne qui a été déterminée par le calculateur 17 en fonction des critères qui viennent d'être décrits.

Dans un mode de réalisation plus perfectionné de l'invention, lorsque le piston 7 a poursuivi sa course vers le bas d'une nouvelle valeur prédéterminée, le calculateur 17 mesure la pression à l'intérieur de l'ébauche à cet instant et en fonction de cette pression, choisit une nouvelle fois la loi de variation de la pression interne de l'ébauche en fonction du déplacement du piston 4 d'après la valeur de la pression interne de l'ébauche au moment où le deuxième déplacement prédéterminé du piston 7 a été atteint.

Ce processus permet de choisir éventuellement une nouvelle

loi de pression interne en fonction de la compression longitudinale de l'ébauche qui est mieux appropriée que celle qui avait été choisie initialement.

Ce processus d'adaptations successives peut se poursuivre à  
5 plusieurs reprises au cours de la mise en oeuvre du procédé.

On remarque que le procédé qui vient d'être décrit est du type dans lequel on impose à chaque instant une pression donnée à l'intérieur de l'ébauche en fonction de la compression longitudinale de l'ébauche, et ceci en fonction d'une  
10 loi prédéterminée qui est choisie elle-même d'après la pression qu'il est nécessaire de faire régner à l'intérieur de l'ébauche pour obtenir une déformation transversale de valeur donnée.

Grâce au procédé selon l'invention, il est possible de réaliser  
15 ser le processus d'hydroflambage d'une manière sûre malgré les irrégularités qui peuvent se trouver d'une ébauche à l'autre.

On évite ainsi la plupart des rebuts qui sans cela seraient totalement inévitables.

20 Les lois de variation de la pression interne de l'ébauche en fonction de compression longitudinale sont déterminées expérimentalement en fonction des différents types d'ébauche pour obtenir les meilleures conditions possibles d'hydroflambage, le choix de l'une de ces lois étant déterminé conformément à  
25 l'invention comme cela a été expliqué précédemment.

Il est bien entendu que le mode de mise en oeuvre qui a été décrit ci-dessus ne présente aucun caractère limitatif et qu'il pourra recevoir toutes modifications désirables sans sortir pour cela du cadre de l'invention.

C'est ainsi par exemple que les moyens pour mesurer les déformations longitudinales et transversales de l'ébauche pourraient être différents de ceux qui ont été décrits.

De même, le choix de la loi de variation de la pression  
5 interne en fonction de la compression longitudinale pourrait également être déterminée en fonction de la déformation transversale obtenue pour une pression interne donnée.

Enfin, il est clair que l'invention n'est pas limitée à  
l'obtention par hydroflambage de T mais qu'elle peut également  
10 être utilisée pour réaliser des pièces de forme différente.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour obtenir par hydroflambage des pièces de forme telles que des T ou des bulbes à partir d'ébauches se présentant sous la forme d'une section de tube ou sous une forme  
5 analogue, par application d'une contrainte mécanique dans le sens longitudinal de l'ébauche et d'une pression hydraulique à l'intérieur de celle-ci, de manière à obtenir une déformation de l'ébauche dans le sens transversal, procédé caractérisé par le fait qu'après avoir soumis l'ébauche à une  
10 compression longitudinale donnée, l'on provoque une augmentation de la pression à l'intérieur de l'ébauche pour obtenir une déformation transversale de cette dernière, et que l'on détermine en fonction de la valeur de la pression interne et/ou de la déformation transversale de l'ébauche la loi de  
15 variation que l'on fait subir ultérieurement à la pression interne de l'ébauche en fonction de la compression longitudinale à laquelle on la soumet.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que pour déterminer la loi de variation de la pression interne  
20 ne en fonction de la compression longitudinale de l'ébauche, on mesure la pression interne de l'ébauche pour une déformation transversale prédéterminée.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que l'on choisit la loi de variation de la pression interne de l'ébauche en fonction de la compression  
25 longitudinale de celle-ci parmi un ensemble de lois prédéterminées expérimentalement en fonction des différents types d'ébauches.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé par le fait qu'au cours du processus  
30 d'hydroflambage on renouvelle à plusieurs reprises le choix de la loi de variation de la pression interne de l'ébauche en

fonction de la compression longitudinale de cette dernière.

5. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant une matrice susceptible de recevoir une ébauche tubulaire ou  
5 analogue et un moyen permettant de faire régner à l'intérieur de l'ébauche une pression réglable, caractérisé par le fait qu'il comporte en outre un moyen pour mesurer les déformations transversales de l'ébauche, un moyen pour mesurer la compression longitudinale de l'ébauche, et un moyen permettant  
10 tant de faire varier la pression interne de l'ébauche en fonction de sa compression longitudinale selon une loi prédéterminée choisie en fonction de la valeur de la pression interne et/ou de la déformation transversale de l'ébauche.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé par le  
15 fait que le moyen pour déterminer la compression longitudinale de l'ébauche est constitué par un palpeur rhéostatique.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 et 6, caractérisé par le fait que le moyen pour déterminer la déformation transversale de l'ébauche est constitué par un  
20 palpeur rhéostatique.





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0036365

Numéro de la demande

EP 81 40 0387

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                       |                                                                                                                                                                    |                         | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                   | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                                                                    | Revendication concernée |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                             | <u>US - A - 3 350 905</u> (TAKASHI OGURA)<br>* Colonne 5, lignes 34-75; colonnes 6-8; figures 9 et 11 *                                                            | 1-5                     | B 21 D 26/02                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                             | --                                                                                                                                                                 |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                             | <u>FR - A - 1 048 482</u> (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES)<br>* En entier *                                                                                          | 1-5                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                             | --                                                                                                                                                                 |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                             | <u>FR - A - 2 073 790</u> (NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK TEN BEHOEVE VAN NIJVERHEID, HANDEL EN VERKEER)<br>* En entier * | 1-5                     | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. <sup>3</sup> )<br><br>B 21 D                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                             | ----                                                                                                                                                               |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                             |                                                                                                                                                                    |                         | CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                             |                                                                                                                                                                    |                         | X: particulièrement pertinent<br>A: arrière-plan technologique<br>O: divulgation non-écrite<br>P: document intercalaire<br>T: théorie ou principe à la base de l'invention<br>E: demande faisant interférence<br>D: document cité dans la demande<br>L: document cité pour d'autres raisons |
|                                                                             |                                                                                                                                                                    |                         | &: membre de la même famille, document correspondant                                                                                                                                                                                                                                        |
| Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications |                                                                                                                                                                    |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Lieu de la recherche<br>La Haye                                             | Date d'achèvement de la recherche<br>11-06-1981                                                                                                                    | Examineur<br>PEETERS L. |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |