

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 00231

-
- (54) Procédé de fabrication d'un tube à ailettes embouti, machine pour sa fabrication, et tube aileté ainsi obtenu.
- (51) Classification internationale (Int. Cl.³). B 21 C 37/24.
- (22) Date de dépôt..... 8 janvier 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° 27 du 9-7-1982.
-
- (71) Déposant : Société anonyme dite : SOCIETE D'EQUIPEMENTS THERMIQUES ET DE RECU-PERATEURS METALLIQUES (SETREM), résidant en France.
- (72) Invention de : Jean-Luc Pennanec'h.
- (73) Titulaire : *Idem* (71)
- (74) Mandataire : Bureau D.A. Casalonga, Office Josse et Petit,
8, av. Percier, 75008 Paris.
-

Procédé de fabrication d'un tube à ailettes embouti, machine pour sa fabrication, et tube aileté ainsi obtenu.

La présente invention concerne un procédé de fabrication
5 d'un tube à ailettes embouti, ainsi que la machine pour sa fabrication et le tube aileté ainsi obtenu.

On connaît de nombreux procédés de fabrication de tubes à ailettes selon lesquels notamment, les ailettes sont soudées sur le tube, ou serties dans des rainures du tube, ou encore
10 enfilées sur le tube sous la forme d'ailettes pré-embouties, le tube étant ensuite soumis à une expansion à partir de l'intérieur.

Toutefois, la fixation par soudure, bien que conférant à l'ensemble du tube à ailettes une bonne liaison mécanique et
15 thermique, comporte des inconvénients dus à l'altération du métal du tube et à la présence d'autres apports de matière au point de soudure.

Le sertissage, bien que donnant satisfaction du point de vue de la liaison mécanique ou thermique, entraîne la présence
20 d'amorces de ruptures dues aux rainures dans la paroi du tube.

Quand aux procédés utilisant l'expansion du tube après la mise en place des ailettes, ils comportent le formage des ailettes pré-formées y compris ou non la formation du collet, et entraînent notamment l'altération des qualités mécaniques
25 du tube, du fait que l'expansion hydraulique ou mécanique fait travailler le matériau à un taux supérieur à sa limite élastique.

On fabrique le tube à ailettes de l'invention, par un procédé selon lequel on force, par un mouvement relatif de
30 poussée, un tube ayant au moins une extrémité munie d'un outil de forme progressive, de préférence en forme de col de bouteille dont la partie avant présente une section de dimensions inférieures à celles de la section du tube et la partie arrière une section de dimensions égales à celles de la section
35 extérieure du tube à travers un empilement constitué par des plaques en un matériau déformable et élastique comportant un orifice dont le contour est plus petit que celui de la

section du tube précité, et par des moyens amovibles ou pouvant être supprimés, d'espacement et de mise en forme, comportant une ouverture dont le contour est plus grand que celui de la section du tube précité, les orifices et les ouvertures précitées se présentant de façon telle que, lors de son passage, l'outil précité refoule et rabat la matière de la plaque précitée, entre les parois du tube et l'ouverture précitée, pour obtenir par déformation permanente un collet serré élastiquement au moins sur une partie de sa surface contre la paroi du tube précité, et qu'on retire ensuite les moyens d'espacement et de mise en forme précités, ainsi que l'outil précité.

Le collet est serré contre la paroi du tube au moins en deux portions suffisamment longues et opposées pour assurer une bonne fixation élastique.

Les conditions de fabrication seront précisées de façon plus détaillée dans la suite de la description.

Le concept inventif de l'invention réside dans le fait qu'on obtient ainsi d'une façon très simple un tube à ailettes, pour lequel les trois opérations habituelles de formation d'ailettes ayant un collet, d'enfilage des ailettes sur le tube, et de fixation des collets contre le tube, sont effectuées en une seule opération d'emboutissage, et cela sans que le tube n'ait à subir aucun des inconvénients précités, tels que ceux dûs à la soudure, au rainurage ou à un traitement ultérieur d'expansion du tube.

L'invention permet, de façon très générale, la fabrication d'un tube à ailettes, à partir d'un tube rectiligne dont la section est quelconque, les plaques précitées ainsi que les moyens d'espacement et de mise en forme précités étant adaptés de façon appropriée, ainsi que les conditions de l'emboutissage, au matériau utilisé et au résultat recherché.

En raison de la suppression des inconvénients de fabrication précités, le tube à ailettes de l'invention est donc particulièrement apte à résister aux chocs thermiques et mécaniques ainsi qu'aux agressions chimiques. En effet, grâce à l'élasticité du collet des ailettes, du fait de son mode de

fabrication, la liaison mécanique entre les ailettes et le tube est excellente, et il en est de même de la liaison thermique.

La machine pour la fabrication du tube à ailettes de
5 l'invention comprend un magasin mobile comportant des moyens pour centrer et aligner l'empilement des plaques et des moyens d'espacement et de mise en forme précités; des moyens pour amener et distribuer séparément et alternativement les plaques et les moyens d'espacement et de mise en forme dans l'axe du
10 magasin précité; des moyens escamotables pour soutenir le tube à aileter dans l'axe du magasin contenant l'empilement précité; et des moyens pour déplacer à force le magasin contenant l'empilement en direction du tube maintenu contre une butée fixe.

15 Le tube à ailettes de l'invention est un tube portant des ailettes serrées de façon élastique contre la paroi du tube par un collet formé "in situ", le matériau du tube et du collet conservant suffisamment leur élasticité initiale. Il peut comporter une première série d'ailettes dont le collet est dirigé vers l'une de ses extrémités et une seconde série
20 d'ailettes dont le collet est dirigé vers l'autre extrémité.

Pour faciliter la compréhension de l'invention, on va maintenant décrire de façon détaillée un mode de réalisation particulier pris à titre d'exemple non limitatif et adapté au
25 cas de la fabrication d'un tube à ailettes à partir d'un tube cylindrique et de plaques carrées, en se référant au dessin annexé, sur lequel :

la fig. 1 est une vue de face d'un tube à ailettes de l'invention;

30 la fig. 2 est une coupe selon II-II du tube à ailettes de la fig. 1;

la fig. 3 est une coupe axiale montrant divers stades de la formation du collet;

35 la fig. 4 est une vue de face des moyens d'espacement et de mise en forme;

la fig. 5 est une coupe axiale du tube et d'un élément de l'empilement, après l'emboutissage, comprenant une ailette

avec son collet, et le moyen d'espacement et de mise en forme du collet de l'ailette;

la fig. 6 est une vue schématique en élévation d'une machine selon l'invention, pour la fabrication d'un tube à ailettes de l'invention selon les figures du dessin.

Tel qu'il est représenté sur les fig. 1 et 2, le tube 1 à ailettes de l'invention comprend des ailettes carrées 2 dont le collet de section circulaire 3 est en contact avec la paroi extérieure du tube 1 de section circulaire.

La fig. 3 montre le tube 1 et un embout 4 de révolution formant outil, dont la partie avant 5 présente une section de dimensions inférieures à celles de la section du tube et la partie arrière 6 une section de dimensions égales à celles de la section extérieure du tube 1. Elle montre également l'empilement 7, constitué alternativement par les plaques 8 carrées en un matériau déformable et élastique, avec leur orifice 9 circulaire plus petit que la section du tube 1, et par les moyens 10 amovibles d'espacement et de formage qui sont ici des couples constitués chacun par deux demi-entretoises 10a, 10b identiques de section rectangulaire, les couples précités ayant des côtés de même dimension que les plaques 8 précitées, et comprenant en leur centre une ouverture 11 circulaire plus grande que la section du tube 1 précité. Les axes des plaques et des couples de demi-entretoises précités sont alignés dans le prolongement de l'axe du tube 1. La fig. 3 montre aussi les stades successifs 3a, 3b, 3c de la formation des collets 3 lors de l'emboutissage par déplacement de l'empilement 7 selon la flèche 12.

La fig. 4 montre une vue de face d'un couple 10 de demi-entretoises 10a, 10b réunies pour former un carré, les côtés 13a, 13b, 13c, 13d ayant la longueur moitié du côté de la plaque 8 de la fig. 3, les côtés 13e, 13f égaux aux côtés de la plaque 8 précitée, les ouvertures semi-circulaires 11a, 11b, formant l'ouverture 11, les côtés internes 14a, 14b et 15a, 15b selon lesquels les demi-entretoises sont réunies pour former le couple 10 précité, et les encoches 16a, 16b et 16c, 16d respectivement sur les côtés externes 13a, 13b et 13c, 13d

servant à l'extraction des demi-entretoises à l'aide d'un jeu de mâchoires comportant par exemple des griffes coopérant avec les encoches précitées.

Lorsque le couple 10 précité est de dimension rectangulaire, les côtés 13e, et 13f peuvent comporter des encoches supplémentaires représentées par les tirets 10c, 10d pour effectuer le centrage, par exemple à l'aide de vérins traversant des ouvertures des parois du magasin en regard des encoches précitées lorsque l'empilement est poussé contre le fond du magasin. Les encoches 16a, 16b, et 16c, 16d peuvent être également adaptées au centrage, avant de servir à l'extraction des demi-entretoises, si les côtés 13e et 13f n'ont pas la même longueur que le côté de la plaque 8.

Selon une autre mise en oeuvre les côtés 13e et 13f des demi-entretoises ont la même dimension que le côté de la plaque 8, la somme des côtés 13a et 13c, et des côtés 13b et 13d, ont une dimension supérieure à celle du côté de la plaque 8 et les encoches 16a, 16b, 16c, 16d sont disposées respectivement sur les côtés 13a, 13b, et 13c, 13d à une distance des côtés internes précités, supérieure à la moitié du côté des plaques 8.

De cette façon le jeu de mâchoires avec griffes est remplacé par deux mâchoires sous forme de barres s'enclenchant respectivement dans l'ensemble des encoches 16a, 16b et dans l'ensemble des encoches 16c, 16d pour retirer les demi-entretoises de part et d'autre du tube aileté.

La fig. 5 montre le tube 1, l'ailette 2 avec son collet 3, le couple 10 de demi-entretoises, le bord arrondi 10c de l'ouverture 11 circulaire et le bord 8a de préférence arrondi de l'orifice 9 circulaire de la partie en tirets de la plaque 8 avant l'emboutissage. Au cours de l'emboutissage selon la flèche 17 en trait plein, le bord 8a est repoussé par la paroi de l'outil 4, puis du tube 1, et la partie en tirets de la plaque 8 est rabattue pour former le collet 3.

La figure montre d'une part, que la distance entre la paroi 8b de l'orifice 9 précité et la paroi 10d de l'ouverture 11 précitée, est telle que la longueur axiale du collet 3 soit inférieure à l'épaisseur des demi-entretoises 10a, 10b, si

l'on désire que l'extrémité du collet soit séparée de l'ailette suivante. Mais la distance précitée peut aussi être supérieure à l'épaisseur des demi-entretoises si l'on souhaite que l'extrémité du collet d'une ailette soit recouverte par la
5 base du collet de l'ailette suivante. Elle montre aussi d'autre part, que la distance entre la paroi extérieure du tube 1 et la paroi 10d de l'ouverture 11 précitée, est supérieure à l'épaisseur de la plaque 8, l'angle formé en regard du bord 10c, entre le plan de la plaque 8 et les côtés du
10 collet 3, étant égal ou supérieur à 90° selon les divers endroits considérés du collet.

La fig. 6 montre une machine permettant la mise en oeuvre du procédé de l'invention comprenant un bâti 18, un chariot 19 sur des rails 20, et entraîné par un vérin de puissance 21 par
15 l'intermédiaire du bras 22. La figure montre le magasin 23 fixé sur le chariot 19, contenant l'empilement alterné de plaques 8 et de couples 10 de demi-entretoises 10a, 10b, une presse à découper 24, un tapis roulant 25, une goulotte 26, le magasin 23 contenant les couples 10 de demi-entretoises placés
20 sur leur côté 13b, 13d, la goulotte 28, et un vérin de poussée 29 escamotable. Le vérin 29 est monté par exemple sur le chariot 19 dans l'axe du magasin 23.

Le magasin 23 à la forme d'un parallélépipède droit à base carrée, dont le côté est légèrement supérieur au côté des
25 plaques 8 et des couples 10 de demi-entretoises, pour permettre leur coulissement lors de la formation de l'empilement 7; il comporte une entrée ouverte 23a et un fond 23b dont la partie centrale est percée d'un trou permettant le passage de l'outil 4 à la fin de l'emboutissage, et des parois latérales
30 pouvant être écartées ou soulevées.

La fig. 6 montre également l'extrémité 1a du tube 1, fixée en un emplacement réglable contre une butée 30 du bâti, l'axe du tube précité étant placé dans le prolongement de l'axe de l'empilement des plaques 8 et des couples 10 de
35 demi-entretoises. A cet effet, le tube précité est soutenu et bridé par des moyens escamotables non représentés, tels que des vérins latéraux qui évitent le flambage du tube.

L'outil 4 est fixé par exemple par simple emmanchement à l'extrémité la tube 1.

Le fonctionnement de la machine s'effectue de la façon suivante :

5 Le chariot 19 se trouve initialement dans sa position la plus éloignée par rapport à la butée 30 sur la gauche sur la fig. 6. Les plaques 8 découpées par la presse 24 sont amenées par le tapis roulant 25 et la goulotte 26. D'autre part, les couples 10 de demi-entretoises provenant du magasin 27 et
20 amenés par la goulotte 28 sont acheminés de façon synchronisée avec la cadence de découpe de la presse 24 devant l'entrée 23a du magasin où le vérin 29 repousse sur une distance suffisante alternativement vers le fond 23b du magasin chaque plaque 8 et chaque couple 10 de demi-entretoises.

15 Lorsque le magasin est complètement rempli pour former l'empilement des plaques 8 et des couples 10 de demi-entretoises, le vérin 29 est effacé latéralement.

L'empilement précité contenu dans le magasin 23 est ensuite poussé par le vérin de force 21 vers l'outil 4 qui
20 pénètre comme indiqué sur la fig. 3 à travers les plaques 8 successives, pour former les collets 3 des ailettes, les vérins latéraux précités étant alors effacés automatiquement à l'approche du magasin précité. On règle la puissance fournie et la vitesse de pénétration en fonction de l'orifice des
25 plaques 8, de façon que les collets obtenus présentent une bonne élasticité mécanique assurant une bonne liaison avec le tube.

A la fin de l'opération d'emboutissage, et après avoir enlevé l'outil 4, des dispositifs automatiques non représentés
30 sur la figure effectuent l'écartement des parois du magasin et l'enlèvement du couvercle, le soulèvement du tube aileté encore muni des couples de demi-entretoises, ces dernières étant ensuite extraites à l'aide de mâchoires venant s'enclencher dans les encoches 16a, 16b, 16c, 16d qu'elles com-
35 portent.

On obtient ainsi le tube aileté de l'invention, que l'on retire de la machine, et l'on ramène les parois ainsi que le

couvercle jusqu'à leur position initiale pour reformer le magasin 23. On ramène enfin le chariot à sa position initiale, le magasin étant alors prêt à recevoir un nouvel empilement.

Selon une première variante, l'extrémité 1b du tube 1
5 munie de l'outil 4 est engagée dans le magasin incomplètement garni à cet effet. L'extrémité précitée est alors soutenue à l'entrée du magasin par une plaque de centrage de la dimension des couples 10 de demi-entretoises, comportant un trou central de la section du tube 1 à travers lequel passe le tube 1
10 précité. Quelques plaques de centrage précitées ayant un trou central identique sont alors placées dans le magasin, entre une plaque 8 et un couple 10 de demi-entretoises.

Une barre en un matériau suffisamment rigide et résistant, ayant un diamètre voisin du diamètre intérieur du tube 1
15 est introduite sur toute sa longueur dans le tube précité, avant la fixation de l'outil 4, pour éviter le flambage.

Selon une deuxième variante, en remplacement du magasin, l'empilement 7 précité est obtenu du fait que les plaques 8 et les moyens 10 tels que les couples 10 de demi-entretoises 10a,
20 10b empilés alternativement, comportent, au moins deux et de préférence quatre encoches ou trous identiques disposés respectivement de la même façon par rapport au centre des plaques 8 et des couples 10 précités. Les empilements sont alors constitués à l'aide de rails venant s'enclencher dans
25 les encoches précitées, ou de broches passant à travers les trous précités et ayant le même diamètre. Les rails ou broches comportent à leurs extrémités des moyens connus, par exemple de vissage, pour maintenir serré l'ensemble des plaques 8 et des moyens 10 de l'empilement 7. L'empilement est fixé sur le
30 chariot 19 et la fabrication s'effectue de la même façon que celle indiquée ci-dessus, sauf qu'à la fin de l'emboutissage, il suffit d'écarter les rails ou de retirer les broches pour libérer le tube aileté de l'invention, après avoir écarté les couples de demi-entretoises.

35 Selon une troisième variante, le moyen 10 est constitué par une seule pièce restant emprisonnée entre deux ailettes à la fin de l'emboutissage. Le moyen 10, qui est ensuite éliminé

par combustion, fusion, dissolution, ou de toute autre façon, peut être constitué notamment par un aggloméré de bois et/ou de matière plastique combustible d'une épaisseur suffisante. Cette variante peut être utilisée lorsque le matériau et
5 l'épaisseur des plaques 8 sont choisis de façon à éviter l'écrasement du moyen 10 précité lors de l'emboutissage.

Selon une quatrième variante applicable dans tous les cas précités, la machine de l'invention comporte deux installations identiques à celles de la fig. 6, montées symétriquement
10 par rapport à l'emplacement de la butée 30 qui est supprimée. Un outil 4 est monté à chacune des extrémités du tube 1, et le déplacement des empilements 23 s'effectue en sens contraire sur un tube dont la longueur correspond au moins à la longueur de la totalité des empilements. On obtient ainsi un tube
15 aileté dans lequel les collets des ailettes sont toujours dirigés vers les extrémités du tube aileté, selon une proportion réglable d'après la longueur des empilements opposés.

Enfin, selon une cinquième variante, la machine de l'invention peut être disposée verticalement, ce qui permet notamment de libérer plus facilement le tube aileté à la fin de
20 l'emboutissage, en ramenant simplement le magasin à sa position de départ en vue d'un nouveau chargement, les couples 10 de demi-entretoises étant extraites comme indiqué ci-dessus.

Le procédé de l'invention, illustré par les fig. 1 à 5 et
25 mis en oeuvre selon la machine de la fig. 6 s'applique d'une façon très générale à la fabrication de tubes ailetés rectilignes les plus variés, dont la section droite peut avoir un contour présentant des formes géométriques simples telles que circulaires, carrées, rectangulaires, ovales ou elliptiques,
30 ou des formes absolument quelconques y compris des formes rentrées correspondant à des profils creux.

Les plaques 8 et les moyens 10 d'espacement et de mise en forme peuvent présenter un contour extérieur quelconque, et sont montées selon le même alignement respectif pour former
35 l'empilement 7. De façon générale, et comme déjà montré dans le cas de la fig. 5, la distance entre la paroi 8b de l'orifice 9 de la plaque 8, et le prolongement de la paroi 10d de

l'ouverture du moyen 10 d'espacement et de formage, est telle que la longueur du collet 3 formé lors de l'emboutissage soit inférieure ou supérieure à l'épaisseur du moyen 10 précité. En outre, la distance entre la paroi extérieure du tube 1 et la paroi 10d de l'ouverture 11 précitée doit être supérieure à l'épaisseur de la plaque 8, étant entendu que l'orifice 9 doit être plus petit que la section du tube 1.

Si l'on désire obtenir un collet seulement en certains emplacements contre la paroi du tube, l'orifice 9 doit être inférieur à la section du tube seulement en regard des emplacements précités, et cela au moins en deux portions de l'orifice 9 suffisamment étendues et opposées l'une à l'autre, pour obtenir une fixation suffisante du collet contre le tube. En particulier, on peut envisager d'utiliser des plaques destinées à former les ailettes, comportant un orifice ayant à peu près les dimensions de la section du tube et muni de plusieurs excroissances radiales destinées à constituer un collet de fixation des ailettes après déformation.

L'outil 4 fixé au moins à l'une des extrémités du tube 1 a toujours une forme progressive en col de bouteille dont le contour de la base coïncide exactement avec le contour de la section du tube précité. L'angle d'inflexion des parois de l'outil 4 ainsi que la courbure de l'arrondi 10c des moyens de séparation et de formation sont choisis notamment en fonction de la section du tube 1, du contour de l'orifice 9 et de l'ouverture 11, ainsi que des caractéristiques des matériaux et de l'épaisseur des plaques 8.

La distance entre les bords de l'ouverture 11 et les parois en regard du tube 1 doit être suffisamment supérieure à l'épaisseur de la plaque 8, pour permettre la formation du collet souhaité.

Quelle que soit la forme extérieure des plaques 8 et les moyens 10 d'espacement et de formation, ainsi que les contours respectifs de la section droite du tube 1, de l'orifice 9 et de l'ouverture 11, l'empilement 7 est obtenu, soit en donnant aux parois du magasin 23 une forme appropriée, soit du fait que les plaques 8 et les moyens 10 comportent les mêmes échan-

crues latérales ou les mêmes trous comme déjà indiqué, et sont réunies par des rails ou des tiges qui sont ensuite écartées ou retirées à la fin de l'opération d'emboutissage. Le procédé de l'invention permet, d'une façon très simple, la fabrication des tubes à ailettes les plus variés, en vue d'une application comme tubes d'échangeur thermique, pour l'évacuation des calories dans des réacteurs utilisés dans l'industrie chimique ou pour toute autre application. Le procédé de l'invention permet également la fabrication d'éléments très variés comprenant des espacements successifs montés sur un axe ou sur un tube.

Par ailleurs l'orifice des plaques 8 et l'ouverture des moyens 10 peuvent être décentrés de la même façon par rapport à l'axe du tube, afin d'obtenir après emboutissage une inclinaison des plaques sur l'axe du tube.

Bien entendu la mise en oeuvre de l'invention peut être également effectuée avec un magasin fixe, le tube à ailerer étant alors forcé à travers l'empilement 7 par un vérin de puissance.

Selon l'application envisagée, on peut utiliser n'importe quel matériau pour les plaques 8 ou pour les moyens 10, sous réserve que le matériau des moyens 10 résiste à l'écrasement lors de l'opération d'emboutissage, et que le matériau des plaques soit suffisamment déformable tout en restant suffisamment élastique après l'opération de l'emboutissage.

Le procédé de l'invention permet avantageusement la fabrication d'ensembles constitués par de grandes ailettes communes à plusieurs tubes ou à un faisceau de tubes, la section des tubes pouvant d'ailleurs être différente dans un même faisceau, notamment en vue d'un échange thermique utilisant des fluides différents.

Les ailettes d'un même tube peuvent avoir des dimensions extérieures différentes, notamment lorsque l'empilement est effectué avec des dispositifs tels que mentionnés ci-dessus, comprenant des rails ou des tiges. On peut également faire varier la distance entre les ailettes en plaçant un élément de séparation supplémentaire entre deux moyens 10 précités.

A titre d'exemple non limitatif on a obtenu, selon le procédé et avec la machine de l'invention, un tube aileté conforme à l'invention en utilisant :

- 5 - un tube en acier inox du type Z3CN18-10 de 70 cm de long, ayant un diamètre extérieur de 26,9 mm et une épaisseur de 1,6 mm;
- des plaques en acier inox du type Z6CN18-10 de dimensions 50 x 50 mm ayant une épaisseur de 0,4 mm et comportant un orifice central de 20 mm de diamètre; et
- 10 - des couples de demi-entretoises en acier doux de dimensions 80 x 50 mm ayant une épaisseur de 4,5 mm, un rayon de l'arrondi de 2 mm, et une ouverture centrale de 30 mm de diamètre.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un tube à ailettes présentant des ailettes radiales munies d'un collet cylindrique axial directement fixé sur la paroi extérieure du tube, caractérisé
5 par le fait qu'on force, par un mouvement relatif de poussée, un tube de section quelconque (1) muni à son extrémité d'un outil (4) de forme progressive, de préférence en forme de col de bouteille dont la partie avant (5) présente une section de dimensions inférieures à celles de la section du tube et la
10 partie arrière (6) une section de dimensions égales à celles de la section extérieure du tube (1), à travers un empilement (7) constitué alternativement par des plaques (8) en un matériau déformable présentant un orifice central (9) dont le contour est inférieur à la section du tube, et par des moyens
15 d'espacement et de mise en forme (10) amovibles ou pouvant être éliminés comportant une ouverture centrale (11) dont le contour est supérieur à la section du tube précité, les orifices et les ouvertures précitées étant disposés coaxialement au tube de façon que, lors de son passage, l'outil (4) refoule
20 et rabat la matière des plaques (8) entre la paroi extérieure du tube (1) et les ouvertures (11) précitées pour obtenir, par déformation, un collet cylindrique (3) fixé par serrage élastique au moins sur une partie de sa surface contre la paroi extérieure du tube (1); et qu'on retire ensuite les
25 moyens (10) d'espacement et de mise en forme ainsi que l'outil (4).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les ouvertures (11) des moyens (10) d'espacement et de mise en forme présentent un bord arrondi (10c).

30 3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que l'écartement entre le contour interne des ouvertures (11) et la paroi extérieure en regard du tube (1) est supérieur à l'épaisseur des plaques (8), aux emplacements de formation du collet (3).

35 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1, à 3, caractérisé par le fait que la distance entre le contour (8b) des orifices (9) des plaques (8) et la paroi extérieure

du tube (1) est supérieure à l'épaisseur du collet (3) à constituer pour que l'angle formé par le bord extérieur du collet et la partie radiale de l'ailette correspondante soit égal ou supérieur à environ 90°.

5 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que l'orifice (9) est suffisamment grand pour que la longueur axiale du collet soit inférieure à l'épaisseur du moyen (10) d'espacement et de formage.

10 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que l'orifice (9) est suffisamment grand pour que la longueur axiale du collet soit supérieure à l'épaisseur du moyen (10) d'espacement et de formage.

15 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait qu'on force, par un mouvement relatif de poussée, un tube (1) dont chacune des extrémités (1a, 1b) est munie d'un outil (4), à travers deux empilements (7) identiques disposés symétriquement par rapport aux extrémités du tube (1).

20 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que les moyens d'espacement et de mise en forme (10) sont constitués chacun par un couple de deux demi-entretoises identiques, réunies selon leurs côtés internes, et comportant des encoches sur leur côté externe.

25 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait qu'on utilise des moyens pour centrer et aligner l'empilement (7) constitués par des plaques supplémentaires ayant la dimension des moyens (10) précités avec un trou central de la section du tube (1), disposés entre une plaque (8) et un couple (10) de deux demi-entre-
30 toises en plusieurs emplacements de l'empilement (7) dans le magasin (23), et qu'une barre ayant un diamètre voisin du diamètre intérieur du tube (1) est introduite sur toute la longueur du tube précité.

35 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait qu'on utilise en outre des moyens pour centrer et aligner l'empilement (7) comprenant au moins deux et de préférence quatre encoches ou trous, pratiqués à

travers les plaques (8) et les couples (10) de demi-entretoises, coopérant avec des rails s'enclenchant dans les encoches précitées, ou des broches passant à travers les trous précités, les empilements obtenus étant fixés sur le chariot
5 (19).

11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que le moyen d'espacement et de mise en forme (10) est constitué par une seule pièce pouvant être éliminée par combustion, par fusion, ou dissolution.

10 12. Tube à ailettes comprenant un collet (3), caractérisé par le fait qu'il a été fabriqué selon le procédé de l'une quelconque des revendications précédentes et que les ailettes sont serrées de façon élastique contre la paroi du tube (1) par un collet (3) formé "in situ", le matériau du tube (1) et
15 du collet (3) conservant suffisamment leur élasticité initiale.

13. Tube aileté selon la revendication 12, caractérisé par le fait qu'il comporte une série d'ailettes (2) dont le collet (3) est dirigé vers l'extrémité (1a) et une seconde
20 série d'ailettes dont le collet (3) est dirigé vers l'extrémité (1b) du tube (1).

14. Machine pour la fabrication de tubes à ailettes selon le procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisée par le fait qu'elle comprend un magasin mobile
25 (23) comportant des moyens pour centrer et aligner l'empilement (7) des plaques (8) et des moyens d'espacement et de mise en forme (10); des moyens pour amener et distribuer séparément et alternativement les plaques (8) et les moyens d'espacement et de mise en forme (10) dans le magasin (23); des moyens
30 escamotables pour soutenir le tube (1) dans l'axe du magasin (23) contenant l'empilement (7); des moyens pour déplacer à force le magasin (23) contenant l'empilement (7) en direction du tube (1) maintenu contre une butée fixe.

15. Machine selon la revendication 14, caractérisée par
35 le fait que les parois latérales du magasin (23) peuvent être écartées ou soulevées pour retirer le tube aileté et permettre le retrait ou l'élimination des moyens d'espacement et de mise en forme (10).

16. Machine selon l'une quelconque des revendications 14 et 15, caractérisée par le fait qu'elle comprend un vérin (29) monté d'une manière escamotable dans l'axe du magasin (23) afin d'agir alternativement sur les plaques (8) et les moyens
5 d'espacement et de mise en forme (10) amenés dans le magasin (23).

FIG.1

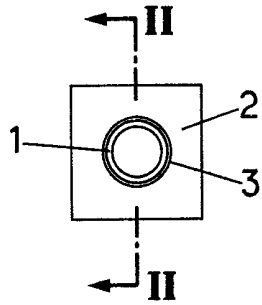


FIG.2

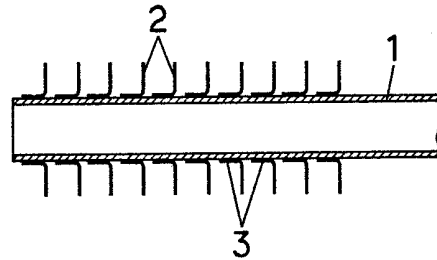


FIG.3

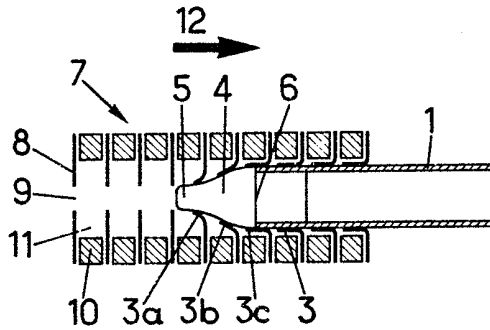


FIG.5

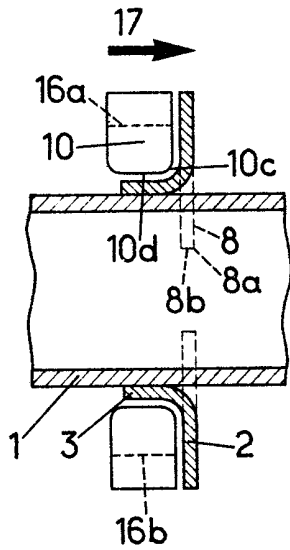


FIG.4

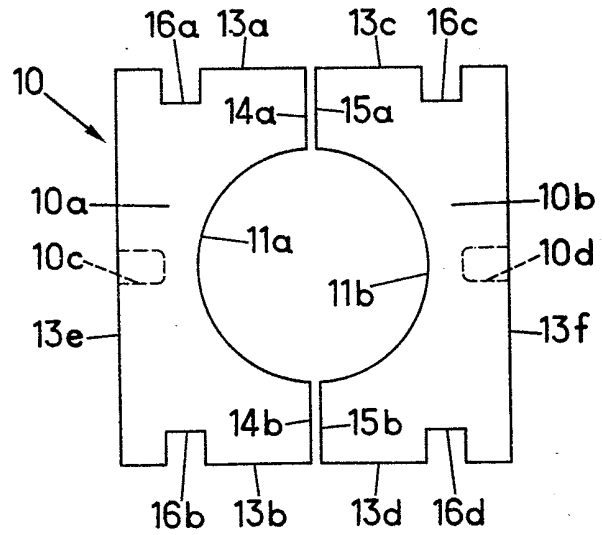


FIG.6

