RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 516 651**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 81 21692**

(54) **Procédé de réalisation d'une fissure dans une pièce tubulaire.**

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). **G 01 N 1/00.**

(22) Date de dépôt ..... 19 novembre 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° 20 du 20-5-1983.

(71) Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE (Etablissement de Caractère Technique Scientifique et Industriel). — FR.

(72) Invention de : Clément Lemaignan.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Brevatome,
25, rue de Ponthieu, 75008 Paris.

La présente invention a pour objet un procédé de réalisation d'une fissure, et plus particulièrement d'une fissure étalon, dans un tube.

Il existe à l'heure actuelle de nombreuses méthodes de contrôle permettant de rechercher des défauts dans les pièces tubulaires : contrôle par ultra-sons, contrôle par courants de Foucault, ressuage etc... Afin de permettre un étalonnage des appareils de contrôle, on réalise des défauts artificiels dans des morceaux de tubes servant d'étalons : usinage d'une gorge pour la recherche de défauts longitudinaux, perçage de trous pour la détection de fuites ou de défauts transversaux, les dimensions des gorges ou des trous étant fonction du diamètre et de l'épaisseur des tubes. Une gorge usinée ou un perçage permettent seulement de règler les appareils de contrôle et ne constituent pas l'image artificielle d'un défaut naturel. Si dans la plupart des applications industrielles on peut se contenter de cette approximation, il est d'autres domaines, notamment dans la technique nucléaire, où il est souhaitable, non seulement de pouvoir réaliser pour l'étalonnage l'image artificielle d'un défaut naturel, mais encore d'en contrôler la dimension lorsqu'il s'agit de simples fissures ou de contrôler le débit de la fuite lorsqu'il s'agit d'un défaut traversant.

La présente invention a justement pour objet un procédé qui permet de réaliser dans une pièce tubulaire des défauts de longueur déterminée ou des fuites de débit donné.

Selon la principale caractéristique du procédé objet de l'invention, celui-ci comprend les étapes suivantes :

- on place le tube dans une gorge ménagée dans un support et dont la forme épouse la forme du tube de sorte qu'une génératrice du tube soit en contact avec une

génératrice de la gorge, le rayon de courbure de la gorge au voisinage de cette génératrice étant légèrement supérieur à celui du tube,

- on dispose une plaque le long d'une génératrice du tube sensiblement opposée à la génératrice précitée,
- on applique une charge sur le tube par l'intermédiaire de la plaque de manière à initier une fissure,
- on continue à appliquer ladite charge pour que la fissure puisse se propager, et
- on cesse d'appliquer cette charge lorsque la fissure a atteint les dimensions désirées.

Suivant les cas, on peut appliquer la charge de manière cyclique afin de créer une fissure de fatigue ou placer le tube dans un environnement agressif et appliquer la charge en continu afin de réaliser la fissure par corrosion sous tension.

L'invention apparaîtra mieux à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre purement illustratif et nullement limitatif, en référence au dessin annexé, lequel comporte une figure unique représentant une vue schématique en perspective du dispositif utilisé pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

Sur la figure, on voit un support massif 1 comportant à sa partie supérieure une gorge horizontale 2 dans laquelle est disposé un tube cylindrique 3. La gorge 2, vue en coupe, a la forme d'un demi-cercle de diamètre légèrement supérieur à celui du tube. Une plaque allongée 4 est disposée le long de la génératrice du tube opposée à la génératrice le long de laquelle se fait le contact entre le tube 3 et le fond de la gorge 2. Cette plaque sert à transmettre au tube les efforts appliqués à l'aide d'une machine qui peut être, par exemple, une machine de fatigue. A chaque cycle, la plaque se déforme et vient en une position 4a représentée

en traits mixtes sur la figure. Le tube 3 se déforme également, mais de façon plus importante dans la zone voisine de la plaque 4 car la gorge 2 limite les déformations ailleurs.

Si la charge appliquée a une valeur suffisante, une fissure est initiée au bout d'un certain nombre de cycles sur la face interne du tube, au droit du point d'application de l'effort, car c'est là que les contraintes de traction ont une valeur maximale. Si l'on continue d'appliquer la charge, la fissure peut se propager le long de la face interne du tube, dans la zone d'application de l'effort. Les extrémités du tube étant libres, il est possible d'y introduire un système de détection permettant de repérer l'initiation de la fissure et, par conséquent, d'en déterminer la longueur. On peut donc cesser d'appliquer les contraintes lorsque le défaut a atteint la longueur désirée.

On peut aussi continuer à déformer le tube jusqu'à ce que la fissure se propage dans l'épaisseur de celui-ci et débouche à l'extérieur, créant ainsi une fuite. Il existe des moyens de détection, par exemple contrôle avec de l'hélium, qui permettent non seulement de détecter la présence d'une fuite mais encore d'en mesurer le débit. Il est ainsi possible, en cours d'application de la charge, de contrôler la progression de la fuite et d'arrêter l'opération lorsque celle-ci atteint le débit désiré.

Il existe plusieurs manières d'appliquer la charge pour initier une fissure et la faire propager. On peut d'abord, comme cela vient d'être décrit, créer une fissure de fatigue en appliquant la charge de manière cyclique ou appliquer la charge de manière statique dans un environnement agressif. On peut ainsi réaliser des fissures par fragilisation par hydrogène ou par corrosion sous tension en remplissant le tube avec de l'hydrogène ou bien avec un milieu agressif approprié.

Dans le cas d'une fissure de fatigue, on a intérêt à travailler non pas à force constante, mais à déplacement constant. En effet, si on appelle F la force appliquée et d le déplacement de la partie du tube sur laquelle est appliquée cette force, la compliance, qui est le rapport force/déplacement $C = \frac{F}{d}$ est fonction de la longueur de la fissure.

Or ce rapport diminue au fur et à mesure que la fissure se propage : donc, si l'on travaille à déplacement constant, la force F diminue et on arrête l'opération lorsqu'elle atteint, pour un déplacement d donné, une valeur telle que le rapport de compliance ait une valeur correspondant à la longueur voulue pour la fissure.

A titre d'exemple, on a utilisé une machine de fatigue pour préfissurer des tubes en Zircaloy 4 de diamètre extérieur 9,5 mm et de diamètre intérieur 8,35 mm, la charge étant appliquée par l'intermédiaire d'une plaquette d'acier de section 1,4 x 10 mm. Pour une ovalisation de 170 µm, correspondant à une charge de 610 N, une fissure a commencé à se développer à partir de 25000 cycles. Au bout de 40 000 cycles elle avait atteint une longueur de 15 mm.

Le procédé selon l'invention présente un certain nombre d'avantages particulièrement intéressants. Tout d'abord, la gorge 2 du support 1 ayant un diamètre seulement légèrement supérieur à celui du tube, on limite ainsi la déformation de la partie inférieure de ce dernier et on évite la création d'une deuxième fissure (dont les dimensions ne seraient pas contrôlées) en un autre endroit du tube. D'autre part, la plaque permet d'étaler l'effort de compression et donc la zone de fissuration. On peut faire varier la longueur de cette dernière en faisant varier la rigidité de la plaque. De plus, la longueur

de la fissure dépend uniquement du nombre de cycles et du rapport de compliance : elle est indépendante de la longueur de la plaque. Enfin, l'ensemble du tube étant en régime élastique tout au long de l'opération, il n'y a pas de modification métallurgique du métal en dehors de la zone immédiatement voisine des lèvres de la fissure.

Quant aux applications du procédé objet de l'invention,elles sont nombreuses et variées et couvrent de nombreux domaines concernant aussi bien l'industrie que le laboratoire. Tout d'abord ce procédé permet de fabriquer artificiellement des défauts naturels de longueur déterminée s'il s'agit de fissures ou de débit contrôlé s'il s'agit d'une fuite. On réalise donc des étalons dont les défauts sont très voisins des défauts naturels. On peut aussi préparer de la sorte des tubes préfissurés pour tester leur résistance à diverses sollicitations telles que corrosion, fluage, éclatement...On peut aussi créer un défaut local dans un tube qui assurerait le rôle de membrane d'éclatement.

Enfin, si l'exemple décrit concerne un tube cylindrique, il est bien évident que l'invention peut être utilisée pour créer des défauts dans des tubes dont la section n'est pas circulaire (tube ovale par exemple) : il suffit pour cela de modifier la forme de la gorge 2.

REVENDICATIONS

1. Procédé de réalisation d'une fissure sur la face interne d'un tube (3) caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- on place le tube (3) dans une gorge (2) ménagée dans un support (1) et dont la forme épouse la forme du tube de sorte qu'une génératrice du tube (3) soit en contact avec une génératrice de la gorge (2), le rayon de courbure de la gorge (2) au voisinage de cette génératrice étant légèrement supérieur à celui du tube (3),

- on dispose une plaque (4) le long d'une génératrice du tube sensiblement opposée à la génératrice précitée,

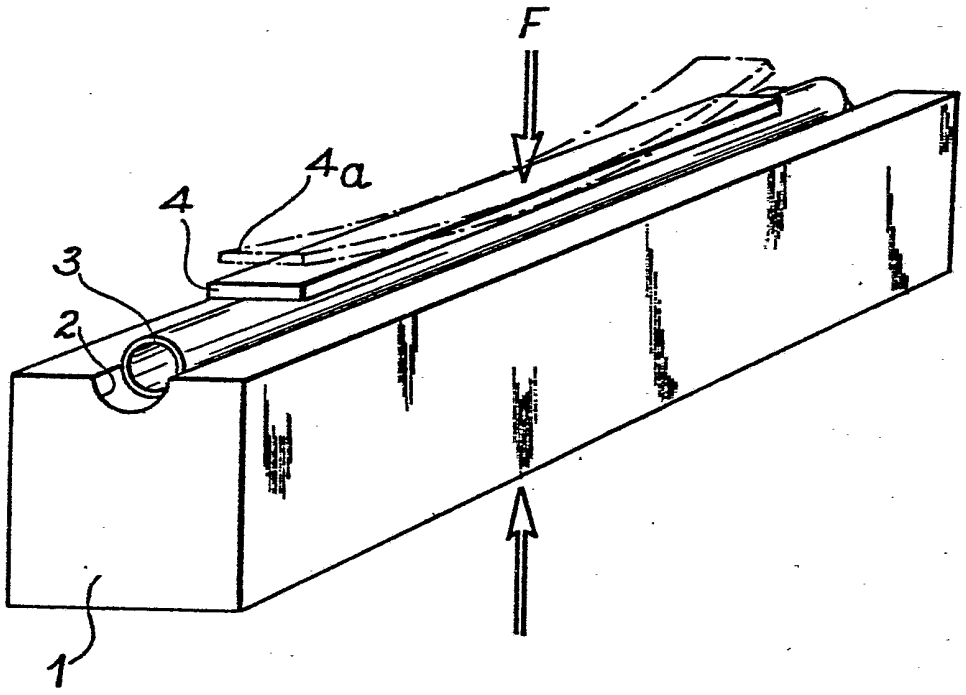
- on applique une charge sur le tube (3) par l'intermédiaire de la plaque (4) de manière à initier une fissure,

- on continue à appliquer ladite charge pour que la fissure puisse se propager, et

- on cesse d'appliquer cette charge lorsque la fissure a atteint les dimensions désirées.

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'on applique la charge de manière cyclique afin de créer une fissure de fatigue.

3. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que le tube (3) est placé dans un environnement agressif et en ce que la charge est appliquée de manière continue afin de réaliser la fissure par corrosion sous tension.


F
4a
4
3
2
1