

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 712 689 A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

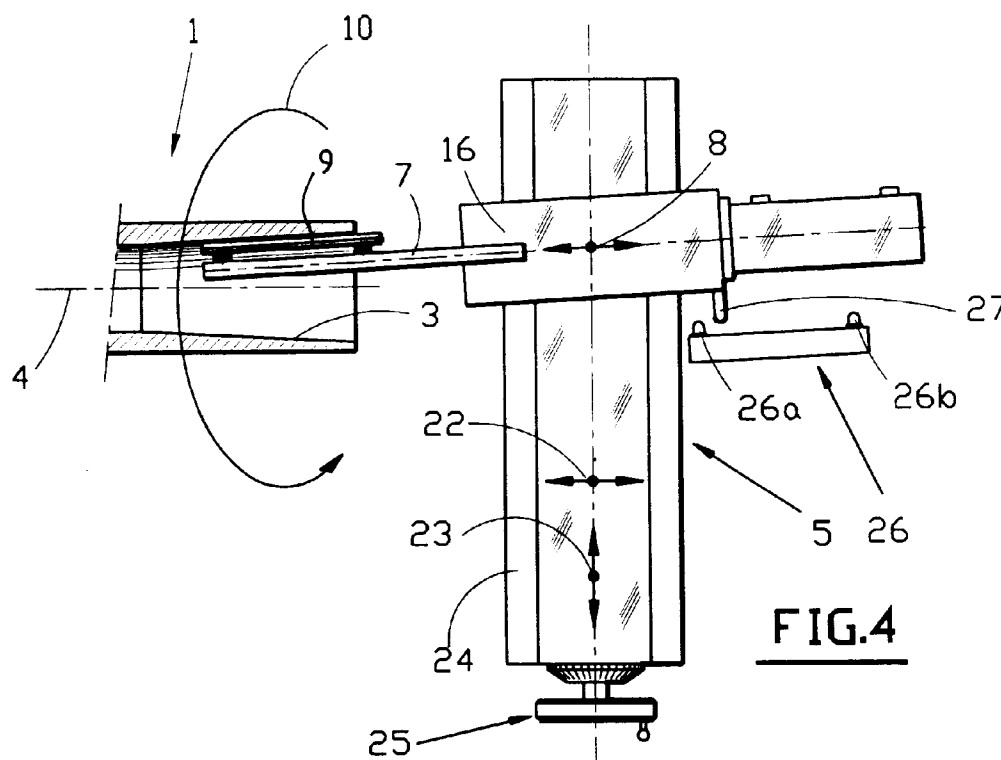
22.05.1996 Bulletin 1996/21(51) Int Cl.⁶: **B24B 33/02**(21) Numéro de dépôt: **95402475.8**(22) Date de dépôt: **06.11.1995**(84) Etats contractants désignés:
AT BE DE ES FR IT SE• **Laroche, Louis**
F-71210 Saint-Eusebe (FR)(30) Priorité: **18.11.1994 FR 9413857**(74) Mandataire: **Bouget, Lucien et al**
Cabinet Lavoix
2, Place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cédex 09 (FR)(71) Demandeur: **FRAMATOME**
F-92400 Courbevoie (FR)

(72) Inventeurs:

• **Meyer, Daniel**
F-93700 Drancy (FR)(54) **Procédé et dispositif de rodage d'une surface conique d'une pièce métallique**

(57) La surface conique (3) de la pièce métallique (1) est mise en contact frottant avec la surface d'une pierre abrasive (9). La pièce (1) est mise en rotation autour de l'axe (4) de la surface conique (3). On déplace la pierre abrasive (9) dans un mouvement de translation alternative, dans une direction inclinée par rapport à l'axe (4) de la surface conique, d'un angle sensiblement

égal au demi-angle au sommet de la surface conique (3) et dans une direction (23) perpendiculaire à l'axe (4) de la surface conique (3) pour réaliser l'avance en cours de rodage. Le dispositif de rodage comporte une pierre (9) montée sur un support (7) et des moyens de déplacement en translation alternative du support (7), dans la direction des génératrices de la surface conique (3).

**FIG.4****EP 0 712 689 A2**

Description

L'invention concerne un procédé et un dispositif de rodage d'une surface intérieure conique d'une pièce métallique.

En particulier, l'invention s'applique à un procédé et à un dispositif de rodage d'une surface intérieure de forme conique d'une partie d'extrémité d'un adaptateur de traversée du couvercle de la cuve d'un réacteur nucléaire à eau sous pression.

Les réacteurs nucléaires à eau sous pression comportent une cuve de forme générale cylindrique dont l'extrémité supérieure est fermée de manière étanche, pendant le fonctionnement du réacteur, par un couvercle de forme sensiblement hémisphérique. Le couvercle de la cuve est traversé par des ouvertures dans chacune desquelles est fixé un adaptateur tubulaire, dans une direction parallèle à l'axe de la cuve.

Les adaptateurs de traversée du couvercle de la cuve permettent le passage à l'intérieur de la cuve, dans une direction axiale, de prolongateurs à l'extrémité desquels sont fixées les grappes de réglage de réactivité du cœur ou de colonnes de thermocouples.

A l'intérieur de chacun des adaptateurs assurant le passage d'un prolongateur de barre de commande, est fixée une chemise thermique, dans une disposition coaxiale par rapport à la surface intérieure cylindrique de l'adaptateur et avec un faible jeu diamétral. Les prolongateurs des barres de commande se déplacent à l'intérieur des chemises thermiques qui définissent l'axe de déplacement du prolongateur et de la barre de commande.

Afin d'augmenter le jeu entre la chemise thermique et la surface intérieure de l'adaptateur, dans une partie d'extrémité disposée du côté intérieur en partie inférieure du couvercle, on usine l'alésage intérieur de passage de l'adaptateur, de manière à réaliser une surface interne de forme conique.

Les adaptateurs sont soudés sur la surface intérieure du couvercle de cuve, si bien qu'ils subissent un échauffement au moment de leur montage sur le couvercle de cuve, ce qui induit une déformation pouvant générer des contraintes résiduelles.

Les adaptateurs de traversée du couvercle de cuve de réacteurs nucléaires à eau sous pression qui sont réalisés en alliage de nickel présentent des contraintes résiduelles de traction sur leur surface intérieure, après forage, usinage et montage sur le couvercle.

La présence de contraintes de traction sur la surface intérieure des adaptateurs est défavorable, pour la tenue à la corrosion sous contrainte lorsque cette surface intérieure vient en contact avec le fluide de refroidissement du réacteur à haute température et à haute pression, pendant le fonctionnement du réacteur.

La tendance à la fissuration par corrosion sous contrainte des adaptateurs peut être fortement diminuée ou supprimée en effectuant certains traitements sur la surface intérieure des adaptateurs et en particulier des trai-

tements mécaniques de surface produisant des contraintes de compression dans la couche superficielle interne de la paroi des adaptateurs.

En particulier, on a effectué des traitements de rodage sur la surface intérieure des adaptateurs, c'est-à-dire des traitements par mise en contact frottant avec une pierre abrasive de la surface des adaptateurs.

De tels traitements de rodage permettent de diminuer sensiblement la rugosité obtenue par usinage et de créer des contraintes de compression dans une couche superficielle interne de la paroi des adaptateurs.

Cependant, jusqu'ici, on se contentait d'effectuer le rodage de la partie cylindrique de l'alésage interne des adaptateurs, la partie d'extrémité conique restant brute d'usinage. Cette partie d'extrémité de l'adaptateur est donc susceptible de se fissurer par corrosion sous contrainte dans le réacteur en fonctionnement.

De manière plus générale, il peut être nécessaire ou souhaitable dans certains cas d'effectuer un rodage d'une surface intérieure de forme conique d'une pièce métallique pour réduire sa rugosité et pour créer un état de contrainte de compression sur cette surface intérieure.

Par les US-A-2.244.806 et US-A-2.276.611, on connaît des dispositifs de rodage de surfaces coniques dans lesquels on fait tourner une pièce présentant une surface conique autour de l'axe de la surface conique et on déplace une pierre abrasive de manière alternative dans la direction d'une génératrice de la surface conique. La pression d'appui de la pièce abrasive sur la surface conique est assurée par des ressorts. De tels dispositifs ne permettent pas de réaliser un usinage par rodage parfaitement réglé quant à l'avance et à la pression d'usinage et en conséquence quant à la qualité géométrique et à l'état superficiel de la surface conique à l'issue du rodage.

Le but de l'invention est de proposer un procédé de rodage d'une surface intérieure de forme conique d'une pièce métallique, par mise en contact frottant de la surface de la pièce avec une surface d'une pierre abrasive, dans lequel on met la pièce en rotation autour de l'axe de la surface conique et on déplace la pierre abrasive dans un mouvement de translation alternative, dans une direction inclinée par rapport à l'axe de la surface conique, d'un angle sensiblement égal au demi-angle au sommet de la surface conique, ce procédé permettant de régler de manière très précise les paramètres du rodage pour obtenir une rugosité et un état de contrainte bien déterminé de la surface intérieure de la pièce métallique.

Dans ce but, on déplace la pierre abrasive dans une direction perpendiculaire à l'axe de la surface conique, de manière à régler l'avance et la pression d'appui de la pierre abrasive sur la surface intérieure de la pièce métallique.

Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire, à titre d'exemple non limitatif, en se référant aux figures jointes en annexe, un mode de réa-

lisation d'un dispositif de rodage et sa mise en oeuvre pour réaliser le rodage de la surface intérieure d'un adaptateur du couvercle de la cuve d'un réacteur nucléaire.

La figure 1 est une vue en coupe par un plan axial de la partie d'extrémité ayant une surface intérieure conique d'un adaptateur de traversée de la cuve d'un réacteur nucléaire.

La figure 2 est une vue en coupe axiale de l'adaptateur représenté sur la figure 1 dans lequel on réalise une opération de rodage par un procédé suivant l'invention.

La figure 2A est une vue en coupe partielle suivant AA de la figure 2.

La figure 3 est une vue à plus grande échelle d'une partie de la figure 2 montrant un détail de l'outil de rodage utilisé pour la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention.

La figure 4 est une vue de dessus et en coupe de l'outillage utilisé pour la mise en oeuvre du procédé de rodage suivant l'invention.

La figure 5 est une vue en élévation et en coupe partielle du moyen de translation axiale de la pierre abrasive de l'outil représenté sur la figure 4.

Sur la figure 1, on voit une partie d'extrémité d'un adaptateur 1 de traversée du couvercle de la cuve d'un réacteur nucléaire.

L'extrémité représentée de l'adaptateur 1 est son extrémité inférieure située sous le couvercle de la cuve, dans laquelle la paroi 2 de l'adaptateur de forme générale tubulaire est usinée pour présenter une surface intérieure conique 3 ayant le même axe que la partie supérieure cylindrique de l'adaptateur.

La surface conique 3 qui présente un angle d'ouverture faible, de l'ordre de 20°, débouche à la partie inférieure de l'adaptateur en-dessous du couvercle de la cuve. Après usinage au tour de cette partie tronconique, on effectue un rodage de la surface brute d'usinage par le procédé de l'invention en utilisant un dispositif 5 présenté dans son ensemble sur la figure 4 et comportant une pierre abrasive 9 portée par un support d'outillage 7, comme représenté plus en détail sur la figure 2.

Le support d'outillage 7 portant la pierre abrasive 9 peut être déplacé parallèlement à une direction inclinée par rapport à l'axe 4 de l'alésage de l'adaptateur, dans un sens et dans l'autre, comme représenté par la double flèche 8.

La pierre abrasive 9 du dispositif de rodage est une pierre abrasive présentant la forme d'un barreau allongé qui est porté par un support de pierre 6, de manière à être placé dans une direction sensiblement parallèle au support d'outillage 7 de forme allongée et mobile en translation dans un sens et dans l'autre dans les directions données par la double flèche 8.

Pendant l'opération de rodage, l'adaptateur 1 est mis en rotation autour de son axe 4, comme représenté schématiquement par la flèche courbe 10.

La pierre abrasive 9 est fixée à l'intérieur d'un sup-

port creux 6 qui est monté, comme représenté sur les figures 2 et 3, de manière souple sur le support d'outillage 7, par l'intermédiaire d'axes 11 et 11'.

Chacun des axes 11 et 11' est solidaire du support de pierre 6 de la pierre abrasive 9 et disposé dans une direction perpendiculaire à la direction longitudinale du support de pierre 6 et de la pierre abrasive 9 en forme de barreau.

Chacun des axes 11 et 11' comporte une partie d'extrémité filetée telle que la partie d'extrémité 11a représentée sur la figure 3.

Les axes 11 et 11' sont engagés avec un certain jeu radial à travers des ouvertures telles que 13 traversant le support d'outillage 7 de la machine de rodage; les parties filetées des axes 11 et 11' telles que la partie 11a représentée sur la figure 3 sont en saillie par rapport à la surface du support d'outillage 7, à l'opposé du support de pierre 6 de la pierre abrasive 9.

Des écrous tels que 12 vissés sur les parties filetées telles que 11a des axes 11 et 11' permettent d'assurer la liaison entre le support d'outillage 7 et le support 6 de la pierre à roder, par l'intermédiaire de rondelles 12' intercalées entre chacun des écrous tels que 12 et le support 7 et de ressorts hélicoïdaux 14 et 14' intercalés chacun entre le support d'outillage 7 et le support 6 de la pierre à roder.

De cette manière, la pierre abrasive 6 est montée sur le support d'outillage 7, avec une certaine latitude de déplacement dans une direction perpendiculaire à la direction longitudinale du support d'outillage 7.

Les ressorts 14 et 14' intercalés entre le support d'outillage 7 de l'outillage et le support de pierre 6 assurent un montage flottant de la pierre à roder 9 dans une direction perpendiculaire à l'axe longitudinal du support d'outillage 7.

Le support de l'outillage 7 et la pierre à roder 9 sont disposés, pendant le rodage, dans une direction inclinée par rapport à l'axe 4 de la surface conique de l'adaptateur 1, d'un angle sensiblement égal au demi-angle au sommet de la surface conique 3. De cette manière, la pierre abrasive 9 présente une surface de rodage sensiblement parallèle à la surface intérieure conique 3 de l'adaptateur 1.

Comme il est visible sur la figure 2A, la pierre à roder 9 présente une surface externe active de forme sensiblement cylindrique et convexe qui est dirigée de manière à être sensiblement parallèle à la surface intérieure 3 de l'adaptateur.

Le support d'outillage 7 peut être déplacé dans un sens et dans l'autre, dans une direction perpendiculaire à sa direction longitudinale, comme représenté par la double flèche 15 sur la figure 2.

Cette direction de translation du support d'outillage 7 qui correspond à une direction d'avance de la pierre abrasive 9 effectuant le rodage est perpendiculaire à une génératrice de la surface intérieure 3 de forme conique suivant laquelle on effectue le rodage à un instant donné.

Comme il est visible sur la figure 4, le support d'outillage 7 sur lequel est montée la pierre abrasive 9 avec une certaine latitude de déplacement dans une direction perpendiculaire à l'axe longitudinal du support d'outillage 7 est solidaire d'un support intermédiaire 16 lui-même monté sur un bloc de déplacement 17 mobile sur des rails d'un support d'usinage 19.

Le corps 18a du vérin 18 est solidaire du bloc de déplacement 17 mobile sur le support d'usinage 19.

La tige 18b du vérin 18 solidaire d'un piston 18c est fixée, à son extrémité, sur le support fixe 19, par l'intermédiaire d'une patte de fixation telle que 20.

De cette manière, le bloc de déplacement 17 solidaire du corps de vérin 18a peut être déplacé dans un sens et dans l'autre par alimentation du vérin au niveau d'un orifice d'alimentation 21 ou 21' situé d'un côté ou de l'autre du piston 18c.

Le support d'usinage 19, le bloc de déplacement 17 et le support intermédiaire 16 portant le support d'outillage 7 peuvent être déplacés, comme représenté sur la figure 4, dans un sens et dans l'autre parallèlement à l'axe 4 de l'adaptateur 1, comme représenté par la flèche 22, et perpendiculairement à cet axe 4, comme représenté par la double flèche 23, par montage du support d'usinage 19 sur un banc de tour 24 dont la position peut être réglée dans la direction de l'axe 4 et qui comporte une manivelle 25 de déplacement dans la direction de la double flèche 23.

On peut ainsi régler la position de l'outillage de rodage 5 dans la direction de l'axe 4 et perpendiculairement à cet axe pour réaliser la mise en contact de la pierre à roder 9 avec la surface intérieure 3 de l'adaptateur, avec une certaine pression et l'avance de la pierre à roder pendant l'usinage.

Le dispositif de rodage représenté sur la figure 4 comporte de plus un ensemble d'arrêt de fin de course 26 comportant deux contacteurs de fin de course 26a et 26b qui viennent en contact avec une butée 27 du support intermédiaire 16 en fin de déplacement du support intermédiaire 16, du support d'outillage 7 et de la pierre abrasive 9, dans un sens et dans l'autre, dans la direction de la double flèche 8. Les contacteurs de fin de course permettent de commander l'alimentation du vérin successivement par l'orifice 21 et par l'orifice 21'.

On peut ainsi réaliser le balayage de la surface intérieure conique 3 de l'adaptateur 1 dans un sens et dans l'autre.

Du fait de la rotation de l'adaptateur 1 autour de son axe 4, comme représenté schématiquement par la flèche 10, on réalise un balayage complet de la surface intérieure 3 de l'adaptateur en rotation autour de son axe, par déplacement en translation alternative de la pierre à roder 9 dans la direction des génératrices de la surface conique 3.

Pendant l'opération de rodage, de l'huile est envoyée en continu sur la surface en cours de rodage, récupérée puis filtrée, de manière à être recyclée dans l'installation de rodage.

Le dispositif de rodage comporte donc un circuit de distribution, de récupération et de filtration d'huile permettant d'assurer une circulation et un recyclage en continu de l'huile utilisée.

L'opération de rodage est réalisée en deux phases, une première phase étant une phase d'ébauche de la surface intérieure de l'adaptateur et une seconde phase étant une phase de finition.

La phase d'ébauche est réalisée en utilisant une pierre abrasive ayant un grain de 150. La phase de finition est réalisée en utilisant une pierre abrasive ayant un grain de 400.

On obtient ainsi, en deux phases, une surface intérieure 3 de l'adaptateur, dans sa partie conique, ayant une faible rugosité et des contraintes résiduelles de compression favorables à la tenue de la surface intérieure de l'adaptateur à la corrosion sous contrainte.

On a effectué des mesures comparatives de contraintes et de rugosité sur la surface intérieure conique 3 de l'adaptateur et sur une partie cylindrique de la surface intérieure de l'adaptateur, après une opération de rodage.

On a pu montrer que le procédé de rodage suivant l'invention permet d'obtenir une rugosité et un état de contrainte identiques sur la partie conique et sur la partie cylindrique de la surface intérieure de l'adaptateur.

Le rodage a permis de créer une couche sur la surface intérieure conique 3 de l'adaptateur, dans laquelle les contraintes sont des contraintes de compression, sur une épaisseur d'environ 100 μm . Le rodage produit également un écrouissage d'une couche de la paroi conique de l'adaptateur d'une épaisseur de l'ordre de 20 μm .

Dans le cas d'un adaptateur en alliage de nickel 690, on a effectué le rodage dans les conditions suivantes :

Vitesse de rotation de l'adaptateur : 250 t/mn.

Vitesse de translation de la pierre à roder : 1200 mm/mn.

Temps de rodage pendant la phase d'ébauche : 3 fois 15 mn dans le même sens de rotation avec un déplacement de la pierre à roder de 1 mm dans le sens de l'avance entre deux passes successives.

Temps de rodage pendant la phase de finition : une fois 4 mn dans le même sens de rotation que la phase d'ébauche puis une fois 1 mn en sens inverse du sens de rotation pendant la phase d'ébauche.

La pression de la pierre à roder sur la surface intérieure de l'adaptateur est accrue par déplacement en direction de la surface intérieure de l'adaptateur du support d'outillage 7 sur lequel la pierre à roder 9 est montée avec une certaine latitude de déplacement et rappelée en direction de la surface de l'adaptateur par les ressorts 14 et 14'.

En déplaçant le support d'outillage 7 en direction de la surface à roder 3, on augmente la pression exercée

par les ressorts 14 et 14' sur la pierre abrasive 9 et donc la pression de la pierre abrasive 9 sur la surface à roder.

Le contrôle de l'opération de rodage est réalisé à l'aide d'un calibre de forme conique dont on mesure la pénétration à l'intérieur de la partie conique de l'alésage de l'adaptateur.

On peut déduire facilement de la profondeur d'enfoncement du calibre dans l'alésage conique, après rodage, l'épaisseur de matière usinée par le rodage.

On vise généralement un enlèvement minimal de matière de l'ordre de 0,2 mm sur le diamètre de l'alésage.

Les mesures de rugosité sont réalisées avec un rugosimètre, la valeur moyenne de rugosité visée étant de 0,25 Ra en micromètres.

Le procédé et le dispositif suivant l'invention permettent donc de réaliser une opération de rodage d'une surface intérieure conique d'une pièce dans des conditions tout-à-fait comparables au rodage d'une surface intérieure cylindrique.

Dans le cas d'un adaptateur, l'opération de rodage de la partie d'extrémité tronconique de l'adaptateur permet de former des contraintes de compression sur la surface intérieure de l'adaptateur dans sa partie d'extrémité et donc de limiter la susceptibilité à la corrosion sous contraintes de cette partie de l'adaptateur.

De manière plus générale, le procédé et le dispositif suivant l'invention peuvent permettre de réaliser le rodage de toute surface conique d'une pièce métallique.

Bien entendu, le procédé suivant l'invention pourrait être adapté au rodage d'une surface extérieure conique d'une pièce métallique.

L'invention ne se limite pas au procédé et au dispositif qui ont été décrits ci-dessus.

C'est ainsi qu'on peut imaginer de réaliser le rodage en une ou plusieurs phases en utilisant un dispositif ayant une structure différente de la structure du dispositif décrit. Le dispositif utilisé pour la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention doit permettre un déplacement en translation alternative de la pierre abrasive à roder dans une direction inclinée d'un certain angle par rapport à l'axe de la surface conique autour duquel on fait tourner la pièce métallique.

L'invention s'applique non seulement au cas du rodage de la surface intérieure des adaptateurs mais encore au rodage de toute surface conique, intérieure ou extérieure d'une pièce métallique de forme tubulaire ou d'une forme différente.

Revendications

1. Procédé de rodage d'une surface (3) de forme conique d'une pièce métallique (1) par mise en contact frottant de la surface (3) de la pièce (1) avec une surface d'une pierre abrasive (9), dans lequel on met la pièce (1) en rotation autour de l'axe de la surface conique (3) et on déplace la pierre abrasive

(9) dans un mouvement de translation alternative, dans une direction inclinée par rapport à l'axe (4) de la surface conique (3), d'un angle sensiblement égal au demi-angle au sommet de la surface conique (3), caractérisé par le fait qu'on déplace la pierre abrasive (9) dans une direction perpendiculaire à l'axe (4) de la surface conique (3), de manière à régler l'avance et la pression d'appui de la pierre abrasive (9) sur la surface intérieure de la pièce métallique (1).

2. Procédé de rodage suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on effectue successivement une première phase de rodage ou phase d'ébauche avec une première pierre abrasive (9) ayant une première granulométrie et une seconde phase de rodage ou phase de finition avec une seconde pierre abrasive (9) ayant une seconde granulométrie plus fine que la granulométrie de la première pierre abrasive (9).

3. Procédé de rodage suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait qu'on fait circuler de l'huile au contact de la surface conique (3) en cours de rodage et qu'on récupère et qu'on filtre l'huile pour la remettre en circulation au contact de la surface conique (3) à roder.

4. Dispositif de rodage d'une surface (3) de forme conique d'une pièce métallique comportant une pierre abrasive (9), des moyens de mise en rotation de la pièce métallique (1) autour de l'axe de la surface conique (3), et un support (7) de la pierre abrasive (9) associé à des moyens de déplacement du support (7) en translation alternative dans une direction inclinée par rapport à l'axe (4) de la surface conique (3), d'un angle sensiblement égal au demi-angle au sommet de la surface tronconique (3), le support (7) de la pierre abrasive (9) étant monté mobile sur un support d'usinage (19), par l'intermédiaire de moyens de guidage, dans la direction inclinée suivant laquelle est effectuée la translation alternative de la pierre abrasive (9), caractérisé par le fait que le support d'usinage (19) est monté sur un banc de tour (24) permettant de déplacer le support d'usinage (19) dans la direction de l'axe (4) de la surface conique (3) de la pièce métallique (1) et dans une direction perpendiculaire à l'axe (4) de la surface conique (3) pour régler l'avance et la pression de rodage.

5. Dispositif suivant la revendication 4, caractérisé par le fait que le support (7) est solidaire d'un corps (18a) d'un vérin dont la tige (18b) est solidaire du support d'usinage (19), par l'intermédiaire d'un bloc de déplacement (17) monté mobile grâce aux moyens de guidage, sur le support d'usinage (19).

6. Dispositif suivant la revendication 5, caractérisé par le fait qu'il comporte des contacts de fin de course (26a, 26b) et une butée (27) solidaire du support d'outil (7) susceptibles de coopérer pour faire varier le sens de déplacement du support (7) de la pierre abrasive (9) par le vérin (18), à l'issue de chacune des alternances du déplacement alternatif du support (7). 5
7. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé par le fait que la pierre abrasive (9) est montée sur le support d'outillage (7) avec une certaine latitude de déplacement dans une direction perpendiculaire à sa direction de déplacement en translation alternative, par l'intermédiaire d'axes (11, 11') et de ressorts (14, 14') de rappel de la pierre (9) dans une direction opposée au support (7). 10 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

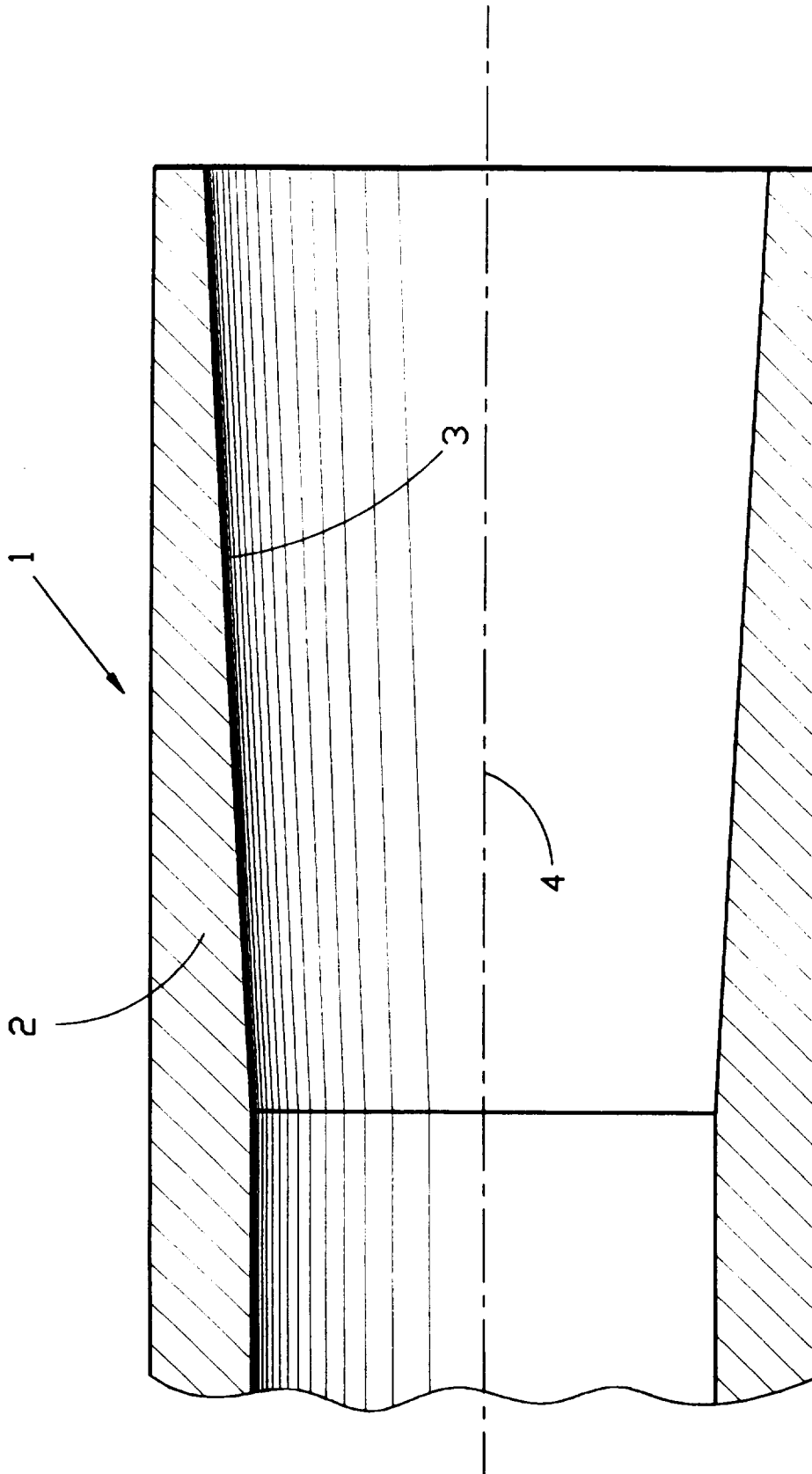


FIG.1

