

(19)



(11)

**EP 1 998 110 A2**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**03.12.2008 Bulletin 2008/49**

(51) Int Cl.:  
**F22B 1/02 (2006.01) F22B 37/00 (2006.01)**  
**F22B 37/22 (2006.01) G21C 13/06 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **08103430.8**

(22) Date de dépôt: **08.04.2008**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL BA MK RS**

(72) Inventeurs:  
• **Theallier, Olivier**  
**71670, SAINT PIERRE DE VARENNES (FR)**  
• **Catinot, Jacques**  
**71530, CRISSEY (FR)**  
• **Dubois, Eric**  
**71400, ANTULLY (FR)**

(30) Priorité: **24.04.2007 FR 0754664**

(74) Mandataire: **Domenego, Bertrand**  
**Cabinet Lavoix**  
**2, place d'Estienne d'Orves**  
**75441 Paris Cedex 09 (FR)**

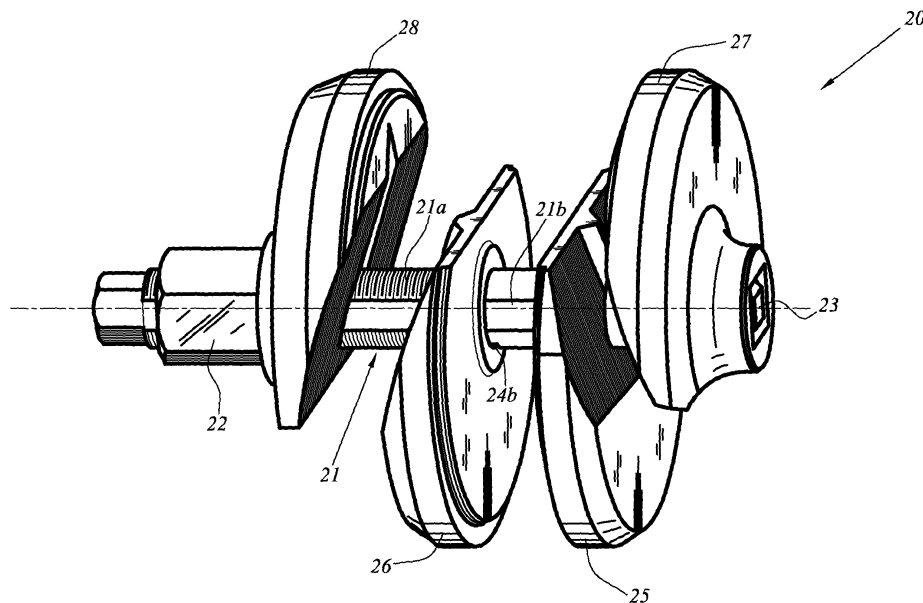
(71) Demandeur: **Areva NP**  
**92400 Courbevoie (FR)**

(54) **Dispositif et procédé d'obturation d'un orifice d'une enveloppe de faisceau d'un générateur de vapeur d'un réacteur nucléaire à eau sous pression**

(57) L'invention concerne un dispositif d'obturation (20) d'un orifice interne d'une enveloppe de faisceau d'un générateur de vapeur comprenant un arbre mobile (21) comportant une paire de demi-flasques inférieures (25, 26), une paire de demi-flasques supérieures (27, 28) déplaçable par ledit arbre (21) en rotation sensiblement de 180° entre une position basse en regard des demi-flasques inférieures (25, 26) pour l'introduction dans les orifi-

ces des enveloppes du générateur de vapeur et une position haute opposée auxdits demi-flasques inférieurs (25, 26), et des moyens (22) de serrage des demi-flasques inférieurs (25, 26) et des demi-flasques supérieures (27, 28) sur les pourtours disposés de part et d'autre de l'orifice interne pour obturer cet orifice interne.

L'invention concerne également un procédé d'obturation ainsi qu'un outillage de pose et de dépose du dispositif d'obturation.



**FIG.2**

**EP 1 998 110 A2**

## Description

**[0001]** La présente invention concerne un dispositif et un procédé d'obturation d'un orifice d'une enveloppe de faisceau d'un générateur de vapeur d'un réacteur nucléaire à eau sous pression.

**[0002]** L'invention concerne également un outillage de pose ou de dépose d'un tel dispositif d'obturation.

**[0003]** Les réacteurs nucléaires à eau sous pression comportent des générateurs de vapeur qui assurent l'échauffement et la vaporisation d'eau d'alimentation par la chaleur transportée par l'eau sous pression de refroidissement du coeur du réacteur. Les réacteurs à eau sous pression comportent, sur chacune de leurs branches primaires, un générateur de vapeur ayant une partie primaire dans laquelle circule l'eau sous pression de refroidissement du réacteur et une partie secondaire recevant de l'eau d'alimentation qui est échauffée et vaporisée progressivement et ressort de la partie secondaire du générateur de vapeur sous forme de vapeur qui est envoyée à une turbine associée au réacteur nucléaire pour assurer l'entraînement d'un alternateur de production du courant électrique.

**[0004]** De tels générateurs de vapeur comportent une enveloppe externe, appelée enveloppe de pression, de forme générale cylindrique disposée avec son axe vertical et solidaire d'une plaque tubulaire sensiblement horizontale dont la face inférieure ou face d'entrée constitue une paroi de la boîte à eau d'alimentation du générateur de vapeur, en eau sous pression constituant le fluide primaire.

**[0005]** Le générateur de vapeur comporte également un faisceau de tubes cintrés en U comportant chacun deux branches droites parallèles entre elles dont les extrémités sont fixées dans des trous traversant la plaque tubulaire entre la face inférieure d'entrée de la plaque tubulaire et la face supérieure de sortie par laquelle les tubes du faisceau pénètrent dans la partie secondaire du générateur de vapeur dans laquelle une enveloppe interne, appelée enveloppe de faisceau, disposée dans une position coaxiale à l'intérieur de l'enveloppe de pression, délimite un espace annulaire avec cette enveloppe de pression.

**[0006]** Les tubes du faisceau sont de plus maintenus dans une position régulière dans des plans transversaux perpendiculaires à l'axe du faisceau, par des plaques entretoises qui sont réparties à des distances régulières suivant la hauteur du faisceau.

**[0007]** Les plaques entretoises sont traversées par un réseau d'ouvertures qui est identique au réseau d'ouvertures de la plaque tubulaire du générateur de vapeur. Les ouvertures des plaques entretoises sont réalisées de manière que les tubes soient maintenus efficacement à l'intérieur des ouvertures afin d'éviter en service des vibrations des tubes pouvant entraîner une détérioration du faisceau. Il doit cependant subsister un jeu suffisant entre les tubes et les bords d'appui de l'ouverture pour que les tubes du faisceau puissent être glissés sans dif-

ficulté à travers les plaques entretoises au moment du montage du faisceau.

**[0008]** En outre, d'autres ouvertures dans les plaques entretoises doivent permettre une circulation autour des tubes de l'eau d'alimentation du générateur de vapeur venant en contact avec la surface extérieure des tubes.

**[0009]** Pendant le fonctionnement du générateur de vapeur, l'eau d'alimentation circulant en contact avec la surface extérieure des tubes du faisceau et à l'intérieur du circuit secondaire du réacteur se charge en impuretés de natures diverses qui peuvent se déposer sous la forme de boues dans différentes parties du générateur de vapeur, en particulier sur la plaque tubulaire et notamment dans les interstices ménagés entre les tubes du faisceau et les ouvertures des plaques entretoises qui leur sont réservées, pour permettre la circulation de l'eau de refroidissement autour des tubes du faisceau.

**[0010]** Les dépôts qui s'accumulent entre les ouvertures des plaques entretoises et la surface extérieure des tubes du faisceau peuvent produire un certain encastrement des tubes dans les ouvertures, de telle sorte que les tubes se trouvent rigidement fixés dans la plaque entretoise et ne peuvent plus se déplacer dans la direction axiale commune aux ouvertures et aux tubes et sont également immobilisés dans les directions radiales.

**[0011]** Dans certains cas, les tubes peuvent subir une forte corrosion au niveau des ouvertures traversant les plaques entretoises, du fait de la présence des dépôts et se trouver déformés par retrait, au niveau des ouvertures des plaques entretoises, du fait de l'accumulation des dépôts.

**[0012]** Afin d'éliminer les boues déposées sur la plaque tubulaire du générateur de vapeur, on a proposé de réaliser un nettoyage de cette plaque tubulaire, après un certain temps de fonctionnement du générateur de vapeur, par projection d'eau sous pression au moyen de lances sur la surface supérieure de la plaque tubulaire. On peut introduire une ou plusieurs lances de nettoyage dans une partie libre centrale de direction diamétrale du générateur de vapeur appelée ru d'eau centrale ou à l'intérieur même du faisceau, par un trou de visite ou de contrôle traversant l'enveloppe du générateur de vapeur et l'enveloppe de faisceau dans laquelle est disposé le faisceau.

**[0013]** Pour éliminer les boues déposées dans les interstices entre les tubes et les ouvertures des plaques entretoises, il est connu d'utiliser un procédé de nettoyage chimique de l'ensemble du circuit secondaire du générateur de vapeur, en faisant circuler dans le circuit secondaire et en particulier à l'intérieur de l'enveloppe du générateur de vapeur, une solution chimique non agressive vis-à-vis des éléments du générateur de vapeur et dont la composition est déterminée pour dissoudre et éliminer les boues.

**[0014]** Mais, un tel procédé présente une efficacité limitée et est complexe à mettre en oeuvre.

**[0015]** De manière à réaliser un nettoyage efficace des espaces entre les rangées de tubes perpendiculaires aux

nappes de tubes du faisceau, une solution consiste à réaliser, au niveau de chaque plaque entretoise, un orifice externe dans l'enveloppe de pression, puis un orifice interne dans l'enveloppe de faisceau, les deux orifices étant dans le même axe et présentant sensiblement le même diamètre.

**[0016]** Ensuite, on introduit à travers les orifices au niveau de chaque plaque entretoise, une lance qui projette de l'eau sous pression sur la surface supérieure de la plaque entretoise correspondante afin d'éliminer les boues.

**[0017]** Après avoir effectué ce nettoyage, l'orifice interne ménagé dans l'enveloppe de faisceau doit être obturé ce qui présente des difficultés du fait que cette enveloppe de faisceau est placée à l'intérieur et concentriquement à l'enveloppe de pression.

**[0018]** Une autre difficulté réside dans le fait que l'orifice interne ménagé dans l'enveloppe de faisceau présente sensiblement le même diamètre que l'orifice externe ménagé dans l'enveloppe de pression ce qui ne facilite pas l'introduction et la pose d'un dispositif d'obturation de cet orifice interne.

**[0019]** De plus, le dispositif d'obturation doit pouvoir être retiré pour effectuer une inspection des tubes ou un nouveau nettoyage.

**[0020]** L'invention a pour but de proposer un dispositif d'obturation d'un orifice interne d'une enveloppe de faisceau d'un générateur de vapeur qui permet de résoudre ces problèmes.

**[0021]** L'invention a donc pour objet un dispositif d'obturation d'un orifice interne d'une enveloppe de faisceau d'un générateur de vapeur d'un réacteur nucléaire à eau sous pression, ladite enveloppe de faisceau étant disposée concentriquement à l'intérieur d'une enveloppe de pression munie d'un orifice externe coïncidant avec l'axe de l'orifice interne et ledit orifice interne présentant un diamètre sensiblement égal à l'orifice externe dans l'axe de l'orifice interne, caractérisé en ce qu'il comprend un arbre mobile comportant :

- une paire de demi-flasques inférieurs,
- une paire de demi-flasques supérieurs déplaçable par ledit arbre mobile en rotation de 180° entre une position basse en regard des demi-flasques inférieurs pour l'introduction dans lesdits orifices et une position haute opposée auxdits demi-flasques inférieurs, et
- des moyens de serrage, d'une part, des demi-flasques inférieurs et, d'autre part, des demi-flasques supérieurs sur les pourtours disposés de part et d'autre de l'orifice interne pour obturer cet orifice interne.

**[0022]** Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- la paire de demi-flasques inférieurs est disposée entre la paire de demi-flasques supérieurs, chaque paire de demi-flasques comportant, par rapport à l'en-

veloppe de faisceau, un demi-flasque intérieur et un demi-flasque extérieur à ladite enveloppe,

- le demi-flasque intérieur de la paire de demi-flasques supérieurs est solidaire en rotation et en translation de l'arbre et le demi-flasque extérieur de cette paire est solidaire en rotation et libre en translation avec ledit arbre,
- l'arbre comporte des moyens de blocage en translation des demi-flasques inférieurs pendant l'introduction dans lesdits orifices,
- les moyens de blocage en translation sont formés, pour chaque demi-flasque inférieur, par une encoche transversale ménagée sur la surface externe de l'arbre,
- les moyens de serrage comprennent un écrou déplaçable en translation sur l'arbre par un filetage ménagé sur la surface externe dudit arbre, et
- les portions de surface en regard des demi-flasques intérieurs et les portions de surface en regard des demi-flasques extérieurs respectivement des paires de demi-flasques inférieurs et supérieurs comportent des surfaces d'appui et des moyens d'emboîtement complémentaires.

**[0023]** L'invention a également pour objet un procédé d'obturation d'un orifice interne d'une enveloppe de faisceau d'un générateur de vapeur d'un réacteur nucléaire à eau sous pression, au moyen d'un dispositif d'obturation tel que précédemment mentionné, caractérisé en ce que :

- on introduit l'arbre portant la paire de demi-flasques inférieurs bloquée en translation et la paire de demi-flasques supérieurs en position basse, les demi-flasques étant espacés et parallèles les uns aux autres,
- on place les demi-flasques intérieurs des deux paires de demi-flasques inférieurs et supérieurs à l'intérieur de l'enveloppe de faisceau et les demi-flasques extérieurs desdites paires à l'extérieur de cette enveloppe de faisceau,
- on tourne l'arbre sensiblement de 180° autour de son axe pour libérer en translation la paire de demi-flasques inférieurs et pour placer la paire de demi-flasques supérieurs en position haute,
- on déplace l'arbre pour l'amener sensiblement en coïncidence avec l'axe de l'orifice interne, et
- on entraîne en rotation l'écrou pour déplacer cet écrou en translation sur l'arbre et serrer, d'une part, les demi-flasques inférieurs et, d'autre part, les demi-flasques supérieurs sur les pourtours disposés de part et d'autre de l'orifice interne afin d'obturer ledit orifice interne de l'enveloppe de faisceau.

**[0024]** L'invention a aussi pour un objet un outillage de pose ou de dépose d'un dispositif d'obturation tel que précédemment mentionné, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens de support et d'entraînement en rotation de l'arbre portant la paire de demi-flasques inférieurs et la paire de demi-flasques supérieurs,
- des moyens de guidage longitudinal de l'arbre,
- des moyens d'entraînement en rotation de l'écrou de l'arbre, et
- des moyens de déplacement vertical de l'arbre portant les paires de demi-flasques respectivement inférieurs et supérieurs entre la position basse d'introduction dans l'orifice interne et la position haute de serrage des demi-flasques inférieurs et des demi-flasques supérieurs sur les pourtours disposés de part et d'autre de cet orifice interne afin d'obturer ledit orifice interne de l'enveloppe de faisceau.

**[0025]** Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- les moyens de support et d'entraînement comprennent un axe comportant une vis de solidarisation en translation avec l'arbre et une douille d'emboîtement sur cet arbre pour solidariser en rotation l'axe et l'arbre disposés bout à bout suivant leur axe longitudinal,
- les moyens de guidage longitudinal de l'arbre sont formés par un fourreau,
- les moyens d'entraînement en rotation de l'écrou sont formés par une douille de solidarisation en rotation avec ledit écrou, portée par le fourreau, et
- les moyens de déplacement vertical comprennent une bague extérieure montée dans l'orifice externe de l'enveloppe de pression et comportant un orifice de guidage d'une bague intérieure montée libre en rotation dans ladite bague extérieure et comportant un orifice de guidage du fourreau monté libre en rotation et en translation dans ladite bague intérieure, les orifices de guidage des bagues respectivement extérieure et intérieure étant parallèles et désaxés suivant une disposition excentrique, et
- l'outillage comporte des moyens de sertissage de l'écrou sur l'arbre.

**[0026]** Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective d'un générateur de vapeur d'un réacteur nucléaire à eau sous pression,
- la figure 2 est une vue schématique en perspective d'un dispositif d'obturation, conforme à l'invention, et destiné à fermer un orifice interne de l'enveloppe de faisceau du générateur de vapeur,
- les figures 3 à 5 sont des vues schématiques en coupe axiale montrant les différentes phases de fonctionnement du dispositif d'obturation, conforme à l'invention, et
- la figure 6 est une vue schématique en coupe axiale

d'un outillage pour la pose et la dépose du dispositif d'obturation.

**[0027]** Sur la figure 1, on a représenté la partie inférieure d'un générateur de vapeur d'un réacteur nucléaire à eau sous pression, désigné de manière générale par la référence 1.

**[0028]** Le générateur de vapeur 1 comporte, de manière classique, une enveloppe de pression 2 de forme sensiblement cylindrique à l'intérieur de laquelle est disposée, de manière coaxiale, une enveloppe de faisceau 3 contenant un faisceau de tubes 4 du générateur de vapeur 1.

**[0029]** Le faisceau de tubes 4 est constitué par un très grand nombre de tubes 5 pliés en U, comportant chacun deux branches droites qui sont engagées et fixées à leur extrémité dans une plaque tubulaire 6 fixée à la partie inférieure de l'enveloppe de pression du générateur de vapeur 1. L'enveloppe de pression 2 est raccordée à un fond hémisphérique délimitant une boîte à eau 7 en deux parties.

**[0030]** A l'intérieur de l'enveloppe de faisceau 3, sont fixées, dans des positions successives suivant la hauteur du faisceau, des plaques entretoises 8 destinées à maintenir les branches des tubes 5 du faisceau 4 pour les empêcher de vibrer pendant le fonctionnement du générateur de vapeur. Chacune des plaques entretoises 8 est percée d'un réseau d'ouvertures analogues au réseau d'ouvertures traversant la plaque tubulaire 6 dans laquelle sont fixées les extrémités des tubes 5 du faisceau 4. Les branches droites des tubes 5 du faisceau sont engagées dans des ouvertures alignées de plaques entretoises 8 espacées suivant la direction longitudinale du tube 5.

**[0031]** De manière classique, de l'eau d'alimentation du générateur de vapeur 1 est introduite à l'intérieur de l'enveloppe de pression 2 de manière à pouvoir circuler de bas en haut, à l'intérieur de l'enveloppe de faisceau 3, au contact de la surface extérieure des tubes 5. L'eau d'alimentation circulant en contact des tubes se chauffe, puis se vaporise. La vapeur d'eau produite est récupérée à la partie supérieure du générateur de vapeur pour être envoyée à la turbine du réacteur nucléaire.

**[0032]** L'eau d'alimentation récupérée au condenseur de la turbine est renvoyée au générateur de vapeur et la circulation de l'eau d'alimentation est assurée par le circuit secondaire du réacteur nucléaire.

**[0033]** L'eau en circulation dans le circuit secondaire et à l'intérieur de la partie secondaire du générateur de vapeur, en contact avec la surface extérieure des tubes 5 du faisceau 4, se charge en impuretés telles que des oxydes qui peuvent se déposer sous forme de boues sur la surface supérieure de la plaque tubulaire 6 et également sur les plaques entretoises 8, en particulier dans les interstices entre les tubes 5 et les ouvertures de ces plaques entretoises 8 qui doivent assurer le maintien des tubes 5 et le passage de l'eau d'alimentation au contact de la surface extérieure desdits tubes 5.

**[0034]** Lors d'un arrêt du réacteur nucléaire, après un certain temps de fonctionnement de ce réacteur, il est nécessaire d'effectuer un nettoyage notamment des plaques entretoises 8 à l'aide par exemple d'une lance de nettoyage traversant, d'une part, l'enveloppe de pression 2 et, d'autre part, l'enveloppe de faisceau 3.

**[0035]** Pour cela, et comme montré à la figure 1, on perce à l'aide d'un outillage approprié, non représenté, et sensiblement au niveau de la plaque entretoise 8 à nettoyer, un orifice 9 dans l'enveloppe de pression 2 et un orifice 10 dans l'enveloppe de faisceau 3. Dans ce qui suit, l'orifice 9 sera dénommé orifice externe 9 et l'orifice 10 sera dénommé orifice interne 10. Ces orifices respectivement interne 9 et externe 10 sont aussi désignés de manière courante par l'expression "trous de visite". L'orifice interne 10 est situé dans l'axe de l'orifice externe 9 et présente un diamètre sensiblement égal ou supérieur à cet orifice externe 9.

**[0036]** Après avoir effectué le nettoyage de la plaque entretoise 8, l'orifice interne 10 ménagé dans l'enveloppe de faisceau 3 est fermé à l'aide d'un dispositif d'obturation, conforme à l'invention, et désigné dans son ensemble par la référence 20.

**[0037]** En se reportant maintenant aux figures 2 et 3, on va décrire le dispositif d'obturation 20.

**[0038]** Ce dispositif d'obturation 20 comprend un arbre 21 comportant sur sa surface externe un filetage 21a et un écrou 22 destiné à coopérer avec le filetage 21a de l'arbre 21.

**[0039]** Le dispositif d'obturation 20 comprend également une paire de demi-flasques inférieurs, respectivement 25 et 26, et une paire de demi-flasques supérieurs, respectivement 27 et 28. La paire de demi-flasques inférieurs 25 et 26 est disposée entre la paire de demi-flasques supérieurs 27 et 28.

**[0040]** Les deux paires de demi-flasques, respectivement inférieurs 25 et 26 et supérieurs 27 et 28, sont déplaçables par rotation sensiblement de 180° de l'arbre 21, comme on le verra ultérieurement, entre une position basse d'introduction dans les orifices 9 et 10, comme représentée à la figure 3, et dans laquelle les demi-flasques supérieurs 27 et 28 sont en regard des demi-flasques inférieurs 25 et 26, et une position haute, représentée à la figure 4, de serrage et dans laquelle les demi-flasques supérieurs 27 et 28 sont opposés aux demi-flasques inférieurs 25 et 26. Dans ces positions, les demi-flasques 25, 26, 27 et 28 sont espacés et parallèles les uns des autres.

**[0041]** Chaque paire de demi-flasques comporte, par rapport à l'enveloppe de faisceau 3, c'est-à-dire dans la position correspondante à la position de serrage représentée à la figure 4, un demi-flasque intérieur 25 et 27 à ladite enveloppe de faisceau 3 et un demi-flasque extérieur 26 et 28 à ladite enveloppe de faisceau 3.

**[0042]** Le demi-flasque intérieur 27 de la paire de demi-flasques supérieurs 27 et 28 est solidaire en rotation et en translation de l'arbre 21, par exemple par soudage. L'extrémité de l'arbre 21 comporte, à cet effet, un élément

de maintien en rotation du demi-flasque intérieur 27, constitué par exemple par un carré ou un six pans 23. Le demi-flasque extérieur 28 de cette paire de demi-flasques 27 et 28 est solidaire en rotation et libre en translation avec l'arbre 21. Pour cela, cet arbre 21 comporte deux méplats 21b longitudinaux et parallèles, ainsi que montré à la figure 2.

**[0043]** Par ailleurs, l'arbre 21 comporte des moyens de blocage en translation des demi-flasques inférieurs 25 et 26 pendant l'introduction dans les orifices 9 et 10. Ces moyens de blocage sont formés pour le demi-flasque intérieur 25 par une encoche transversale 24a ménagée sur la surface externe de l'arbre 21 (figures 3 et 4) et pour le demi-flasque extérieur 26 également par une encoche transversale 24b ménagée sur la surface externe dudit arbre 21 (figures 3 et 4).

**[0044]** Comme cela est visible à la figure 2, les portions de surface en regard des demi-flasques intérieurs 25 et 27 et les portions de surface en regard des demi-flasques extérieurs 26 et 28, respectivement des paires de demi-flasques inférieurs 25 et 26 et supérieurs 27 et 28, comportent des surfaces d'appui et des moyens d'emboîtement complémentaires. Ces moyens d'emboîtement complémentaires du type tenon-mortaise sont formés par exemple par des V mâle-femelle qui assurent un dégauchissement et un emboîtement correct.

**[0045]** En se rapportant maintenant aux figures 3 à 5, on va décrire la mise en place du dispositif d'obturation 20 sur l'orifice interne 10 de l'enveloppe de faisceau 3.

**[0046]** Tout d'abord et comme montré à la figure 3, le dispositif d'obturation est introduit dans l'orifice externe 9, puis dans l'orifice interne 10 avec les demi-flasques supérieurs 27 et 28 en position basse dans laquelle les demi-flasques 25, 26, 27 et 28 sont espacées et parallèles les uns des autres. Dans cette position d'introduction, les demi-flasques inférieurs 25 et 26 sont bloqués en translation par les encoches, respectivement 24a et 24b.

**[0047]** Les demi-flasques intérieurs 25 et 27 des deux paires de demi-flasques, respectivement inférieurs 25 et 26 et supérieurs 27 et 28, sont placés à l'intérieur de l'enveloppe de faisceau 3 et les demi-flasques extérieurs 26 et 28 des deux paires de demi-flasques, respectivement inférieurs 25 et 26 et supérieurs 27 et 28, sont placés à l'extérieur de cette enveloppe de faisceau 3, comme montré à la figure 3.

**[0048]** Ensuite, l'arbre 21 est tourné sensiblement de 180° autour de son axe ce qui a pour effet de libérer en translation la paire de demi-flasques inférieurs 25 et 26 du fait de la rotation des encoches 24a et 24b et ce qui a également pour effet de placer la paire de demi-flasques supérieurs 27 et 28 en position haute ainsi que représentée à la figure 4.

**[0049]** L'écrou 22 est entraîné en rotation et cet écrou 22 en se déplaçant sur l'arbre 21, serre, d'une part, les demi-flasques inférieurs 25 et 26 et, d'autre part, les demi-flasques supérieurs 27 et 28 sur les pourtours disposés de part et d'autre de l'orifice interne 10 afin d'obtenir

ledit orifice interne de l'enveloppe de faisceau 3.

**[0050]** Les demi-flasques 25 et 27 ainsi que les demi-flasques 26 et 28 se positionnent l'un par rapport à l'autre grâce aux surfaces d'appui et aux moyens d'emboîtement complémentaires.

**[0051]** Les surfaces d'appui des demi-flasques 25 et 27 sur le pourtour intérieur de l'orifice interne 10 et les surfaces d'appui des demi-flasques 26 et 28 sur le pourtour extérieur dudit orifice interne 10 épousent sensiblement la forme de l'enveloppe de faisceau 3, comme montré à la figure 5.

**[0052]** Entre l'écrou 22 et le demi-flasque extérieur 28, des rondelles élastiques, non représentée, de type Belleville peuvent être insérées afin d'assurer un effort de pincement de l'enveloppe de faisceau 3.

**[0053]** Une fois le dispositif d'obturation 20 en place, la vérification du bon montage peut s'effectuer en mesurant la cote de l'extrémité de l'arbre 21 par rapport à l'extérieur de l'enveloppe de pression 2. Cette cote est fiable car elle a de faible tolérance et le moindre désalignement de deux flasques, par exemple, peut entraîner une grande disparité.

**[0054]** Afin d'empêcher tout desserrage, l'écrou 22 peut être serti sur l'arbre 21.

**[0055]** La pose ou la dépose du dispositif d'obturation 20 est réalisée à l'aide d'un outillage désigné dans son ensemble par la référence 30 et qui est représenté à la figure 6.

**[0056]** D'une manière générale, l'outillage comprend :

- des moyens de support et d'entraînement en rotation de l'arbre 21 portant la paire de demi-flasques inférieurs 25 et 26 et la paire de demi-flasques supérieurs 27 et 28,
- des moyens de guidage longitudinal de l'arbre 21,
- des moyens d'entraînement en rotation de l'écrou 22 de l'arbre 21, et
- des moyens de déplacement vertical de l'arbre 21 portant les paires de demi-flasques, respectivement inférieurs 25 et 26 et supérieurs 27 et 28, entre la position basse d'introduction dans l'orifice interne 10, comme montrée à la figure 3, et la position haute de serrage des demi-flasques inférieurs 25 et 26 et des demi-flasques supérieurs 27 et 28 sur les pourtours disposés de part et d'autre de cet orifice interne 10 afin d'obturer ledit orifice interne 10 de l'enveloppe de faisceau 3, comme montrée sur les figures 5 et 6.

**[0057]** Les moyens de support et d'entraînement en rotation de l'arbre 21 comprennent un axe 31 comportant axialement une vis 32 de solidarisation avec l'arbre 21. Pour cela, cet arbre 21 comporte un alésage axial 33 dont l'entrée est filetée pour le vissage de la vis 32. Les moyens de support et d'entraînement comprennent aussi une douille 34 d'emboîtement sur l'arbre 21 afin de solidariser en rotation l'axe 31 et l'arbre 21 disposés bout à bout suivant leur axe longitudinal.

**[0058]** Les moyens de guidage longitudinal de l'arbre 21 sont formés par un fourreau 35 à l'intérieur duquel sont placés l'axe 31 et l'arbre 21 solidarisés entre eux.

**[0059]** Les moyens d'entraînement en rotation de l'écrou 22 sur l'arbre 21 comprennent une douille 36 de solidarisation en rotation avec ledit écrou 22 et portée par le fourreau 35.

**[0060]** Les moyens de déplacement vertical de l'arbre 21 après le positionnement des demi-flasques intérieurs 25 et 27 et des demi-flasques extérieurs 26 et 28 de part et d'autre de l'orifice interne 10, comprennent une bague extérieure 40 montée dans l'orifice extérieur 9 et maintenue sur l'enveloppe de pression 2 par exemple par des organes de vissage, non représentés. Cette bague extérieure 40 comporte un orifice 41 de guidage d'une bague intérieure 42 pourvue d'un orifice 43 de guidage du fourreau 35.

**[0061]** Le fourreau 35 est monté libre en rotation et en translation dans l'orifice 43 de la bague intérieure 42 et l'axe 31 est monté également libre en rotation et en translation dans ledit fourreau 35. La bague intérieure 42 n'est libre qu'en rotation dans la bague extérieure 40.

**[0062]** Les orifices de guidage 41 et 43 ménagés dans les bagues, respectivement extérieure 40 et intérieure 42, sont parallèles et désaxés suivant une disposition excentrique.

**[0063]** La mise en place du dispositif d'obturation 20 avec l'outillage 30 est réalisée de la façon suivante.

**[0064]** Tout d'abord, le dispositif d'obturation 20 est monté sur l'outillage 30 en solidarisant l'axe 31 avec l'arbre 21 au moyen de la vis 32. L'arbre 21 est solidarisé de l'axe 31 en rotation par l'intermédiaire de la douille 34. La douille 36 portée par le fourreau 35 est engagée sur l'écrou 22 de l'arbre 21.

**[0065]** L'ensemble constitué par le dispositif d'obturation 20 et l'outillage 30 est placé en position d'introduction dans l'orifice extérieur 9 de l'enveloppe de pression 2 et la bague intérieure 42 est bloquée sur la bague extérieure 40, par des moyens appropriés, non représentés, pour conserver la position d'introduction. Cet ensemble ainsi assemblé est introduit dans l'orifice externe 9 de l'enveloppe de pression 2 et la bague extérieure 40 est bloquée sur ladite enveloppe de pression 2.

**[0066]** L'axe 31 solidaire de l'arbre 21 ainsi que le fourreau 35 sont poussés à l'intérieur de la bague interne 42 jusqu'à obtenir une cote déterminée entre la face de la bague extérieure 40 et l'extrémité de l'axe 31 pour assurer le positionnement des demi-flasques intérieurs 25 et 27 et des demi-flasques extérieurs 26 et 28 de part et d'autre de l'enveloppe de faisceau 3. Les deux paires de demi-flasques, respectivement inférieurs 25 et 26 et supérieurs 27 et 28, sont dans la position d'introduction représentée à la figure 3 dans laquelle les deux demi-flasques inférieurs 25 et 26 sont bloqués en translation sur l'arbre 21 par l'intermédiaire des encoches, respectivement 24a et 24b.

**[0067]** Dans cette position d'introduction, l'axe de l'arbre 21 est positionné au dessus de l'axe des orifices 9

et 10 étant donné que les orifices de guidage 41 et 43 sont désaxés l'un par rapport à l'autre, ce qui permet le passage des demi-flasques 25 et 27 dans l'enveloppe de faisceau 3.

**[0068]** La bague intérieure 42 est tournée sensiblement de 180° dans la bague extérieure 40 ce qui aligne l'arbre 21 et l'orifice externe 9 de l'enveloppe de pression 2 afin de placer les paires de demi-flasques inférieurs 25 et 26 et supérieurs 27 et 28 en position de serrage, comme montrée à la figure 4.

**[0069]** L'axe 31 est tiré vers l'extérieur entraînant également le fourreau 35 pour mettre en contact les demi-flasques intérieurs 25 et 27 avec l'intérieur de l'enveloppe de faisceau 3. Ces demi-flasques intérieurs 25 et 27 s'emboîtent l'un dans l'autre. Tout en maintenant l'axe 31, le fourreau 35 est tourné ce qui a pour effet de visser l'écrou 22 par l'intermédiaire de la douille 36 rapprochant ainsi les demi-flasques extérieurs 26 et 28 l'un vers l'autre et qui s'emboîtent l'un dans l'autre. Ces demi-flasques extérieurs 26 et 28 viennent progressivement s'appliquer contre l'enveloppe de faisceau 3 et les demi-flasques inférieurs 25 et 26 et les demi-flasques supérieurs 27 et 28 serrent les pourtours disposés de part et d'autre de l'orifice interne 10 pour obturer cet orifice interne 10.

**[0070]** Un sertissage de l'écrou est effectué, par exemple au moyen d'une coupelle déformable non représentée ici, de façon à l'immobiliser en rotation et en translation et à maintenir l'obturateur en place.

**[0071]** Ensuite, en maintenant l'axe 31, la vis 32 est dévissée pour libérer l'arbre 21 et l'ensemble de l'outillage 30 est ensuite retiré de l'orifice externe 9 de l'enveloppe de pression 2. L'orifice interne 10 est ainsi obturé.

**[0072]** Lors du démontage du dispositif d'obturation 20, l'outillage 30 complet n'est pas nécessaire et les bagues, respectivement extérieure 40 et intérieure 42, ne sont pas nécessairement utilisées.

**[0073]** Si au moment du démontage le dispositif d'obturation 20 reste coincé, plusieurs solutions peuvent être envisagées et notamment l'utilisation d'une buse d'injection d'eau sous pression dans l'alésage axial 33 de l'arbre 21 qui débouche entre les demi-flasques 25, 26, 27 et 28 afin de les décoller.

**[0074]** D'une manière générale, le dispositif selon l'invention peut être utilisé pour obturer un orifice d'une enceinte.

## Revendications

1. Dispositif d'obturation d'un orifice interne (10) d'une enveloppe de faisceau (3) d'un générateur de vapeur (1) d'un réacteur nucléaire à eau sous pression, ladite enveloppe de faisceau (3) étant disposée concentriquement à l'intérieur d'une enveloppe de pression (2) munie d'un orifice externe (9) coïncidant avec l'axe de l'orifice interne (9) et ledit orifice interne (10) présentant un diamètre sensiblement égal à l'orifice externe (9), **caractérisé en ce qu'il com-**

prend un arbre mobile (21) comportant :

- une paire de demi-flasques inférieurs (25, 26),
- une paire de demi-flasques supérieurs (27, 28) déplaçable par ledit arbre mobile (21) en rotation sensiblement de 180° entre une position basse en regard des demi-flasques inférieurs (25, 26) pour l'introduction dans lesdits orifices (9, 10) et une position haute opposée auxdits demi-flasques inférieurs (25, 26), et
- des moyens (22) de serrage, d'une part, des demi-flasques inférieurs (25, 26) et, d'autre part, des demi-flasques supérieurs (27, 28) sur les pourtours disposés de part et d'autre de l'orifice interne (10) pour obturer cet orifice interne (10).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la paire de demi-flasques inférieurs (25, 26) est disposée entre la paire de demi-flasques supérieurs (27, 28), chaque paire de demi-flasques (25, 26 ; 27, 28) comportant, par rapport à l'enveloppe de faisceau (3), un demi-flasque intérieur (25 ; 27) et un demi-flasque extérieur (26 ; 28) à ladite enveloppe de faisceau (3).

3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le demi-flasque intérieur (27) de la paire de demi-flasques supérieurs (27, 28) est solidaire en rotation et en translation de l'arbre (21) et le demi-flasque extérieur (28) de cette paire (27, 28) est solidaire en rotation et libre en translation avec ledit arbre (21).

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'arbre (21) comporte des moyens (24a, 24b) de blocage en translation des demi-flasques inférieurs (25, 26) pendant l'introduction dans lesdits orifices (9, 10).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les moyens de blocage en translation sont formés, pour chaque demi-flasque inférieur (25, 26), par une encoche transversale (24a, 24b) ménagée sur la surface externe de l'arbre (21).

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les moyens de serrage comprennent un écrou (22) déplaçable en translation sur l'arbre (21) par un filetage (21 b) ménagé sur la surface externe dudit arbre (21).

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les portions de surface en regard des demi-flasques intérieurs (25 ; 27) et les portions de surface en regard des demi-flasques extérieurs (26 ; 28), respectivement des paires de demi-flasques inférieurs (25, 26) et supérieurs (27,

28), comportent des surfaces d'appui et des moyens d'emboîtement complémentaires.

8. Procédé d'obturation d'un orifice interne (10) d'une enveloppe de faisceau (3) d'un générateur de vapeur (1) d'un réacteur nucléaire à eau sous pression, au moyen d'un dispositif d'obturation (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** :

- on introduit l'arbre (21) portant la paire de demi-flasques inférieurs (25, 26) bloquée en translation et la paire de demi-flasques supérieurs (27, 28) en position basse, les demi-flasques (25, 26 ; 27, 28) étant espacés et parallèles les uns des autres,
- on place les demi-flasques intérieurs (25 ; 27) des deux paires de demi-flasques inférieurs (25, 26) et supérieurs (27, 28) à l'intérieur de l'enveloppe de faisceau (3) et les demi-flasques extérieurs (26 ; 28) desdites paires (25, 26 ; 27, 28) à l'extérieur de cette enveloppe de faisceau (3),
- on tourne l'arbre (21) sensiblement de 180° autour de son axe pour libérer en translation la paire de demi-flasques inférieurs (25, 26) et pour placer la paire de demi-flasques supérieurs (27, 28) en position haute, et
- on déplace l'arbre (21) pour l'amener sensiblement en coïncidence avec l'axe de l'orifice interne (10),
- on entraîne en rotation l'écrou (22) pour déplacer cet écrou (22) en translation sur l'arbre (21) et serrer, d'une part, les demi-flasques inférieurs (25, 26) et, d'autre part, les demi-flasques supérieurs (27, 28) sur les pourtours disposés de part et d'autre de l'orifice interne (10) afin d'obturer ledit orifice interne (10) de l'enveloppe de faisceau (3).

9. Outillage de pose ou de dépose d'un dispositif d'obturation (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'il** comprend :

- des moyens (31, 32, 34) de support et d'entraînement en rotation de l'arbre (21) portant la paire de demi-flasques inférieurs (25, 26) et la paire de demi-flasques supérieurs (27, 28),
- des moyens (35) de guidage longitudinal de l'arbre (21),
- des moyens (36) d'entraînement en rotation de l'écrou (22) de l'arbre (21), et
- des moyens (40, 41, 42, 43) de déplacement vertical de l'arbre (21) portant les paires de demi-flasques, respectivement inférieurs (25, 26) et supérieurs (27, 28), entre la position basse d'introduction dans l'orifice interne (10) et la position haute de serrage des demi-flasques inférieurs (25, 26) et des demi-flasques supérieurs

(27, 28) sur les pourtours disposés de part et d'autre de cet orifice interne (10) afin d'obturer ledit orifice interne (10) de l'enveloppe de faisceau (3).

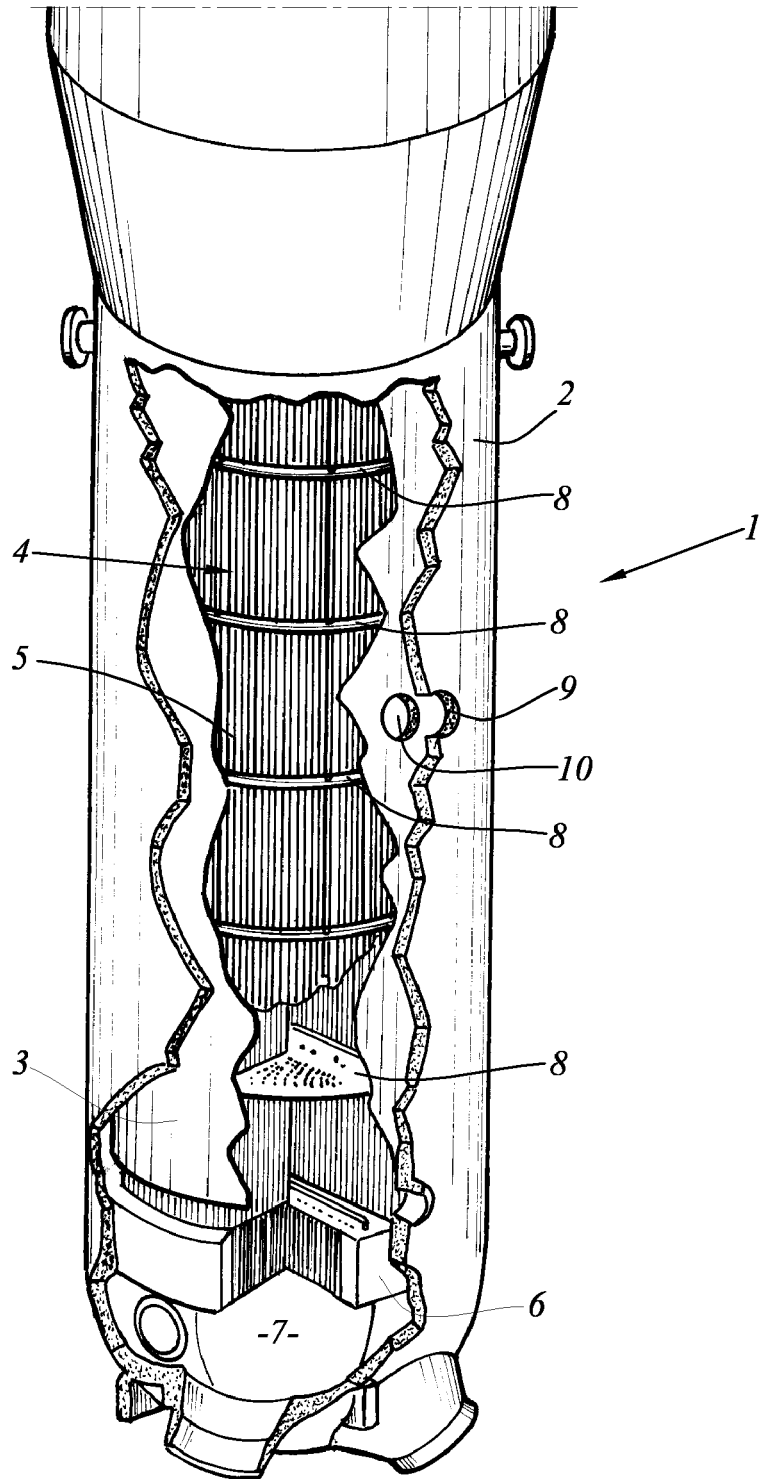
10. Outillage selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les moyens de support et d'entraînement comprennent un axe (31) comportant une vis (32) de solidarisation en translation avec l'arbre (21) et une douille (34) d'emboîtement sur cet arbre (21) pour solidariser en rotation l'axe (31) et l'arbre (21) disposés bout à bout suivant leur axe longitudinal.

11. Outillage selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** les moyens de guidage longitudinal de l'arbre (21) sont formés par un fourreau (35).

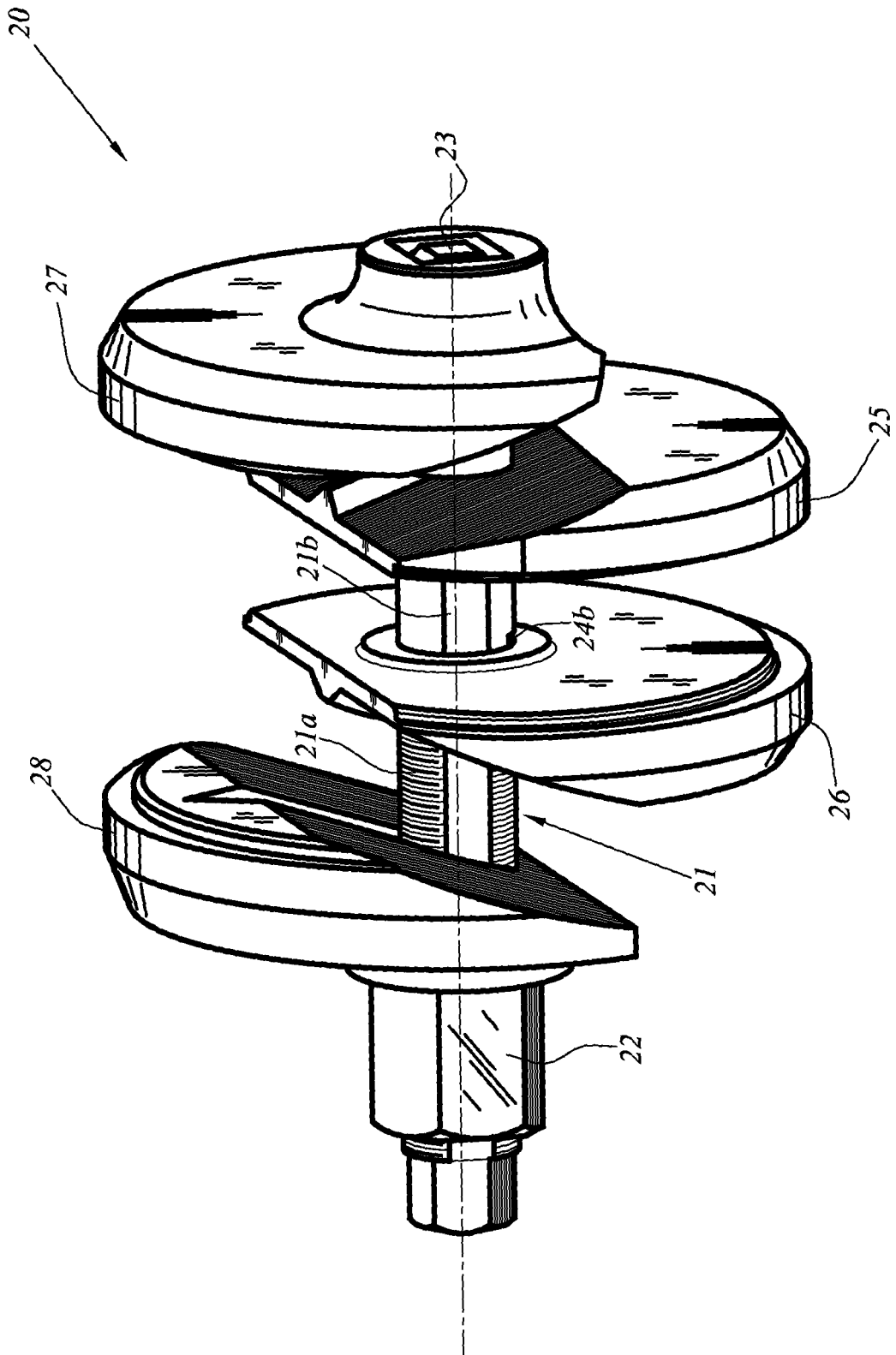
12. Outillage selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** les moyens d'entraînement en rotation de l'écrou (22) sont formés par une douille (36) de solidarisation en rotation avec ledit écrou (22), portée par le fourreau (35).

13. Outillage selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce que** les moyens de déplacement vertical comprennent une bague extérieure (40) montée dans l'orifice externe (9) de l'enveloppe de pression (2) et comportant un orifice (41) de guidage d'une bague intérieure (42) montée libre en rotation dans ladite bague extérieure (40) et comportant un orifice (43) de guidage du fourreau (35) monté libre en rotation et en translation dans ladite bague intérieure (42), les orifices (41, 43) de guidage des bagues, respectivement extérieure (40) et intérieure (42), étant parallèles et désaxés suivant une disposition excentrique.

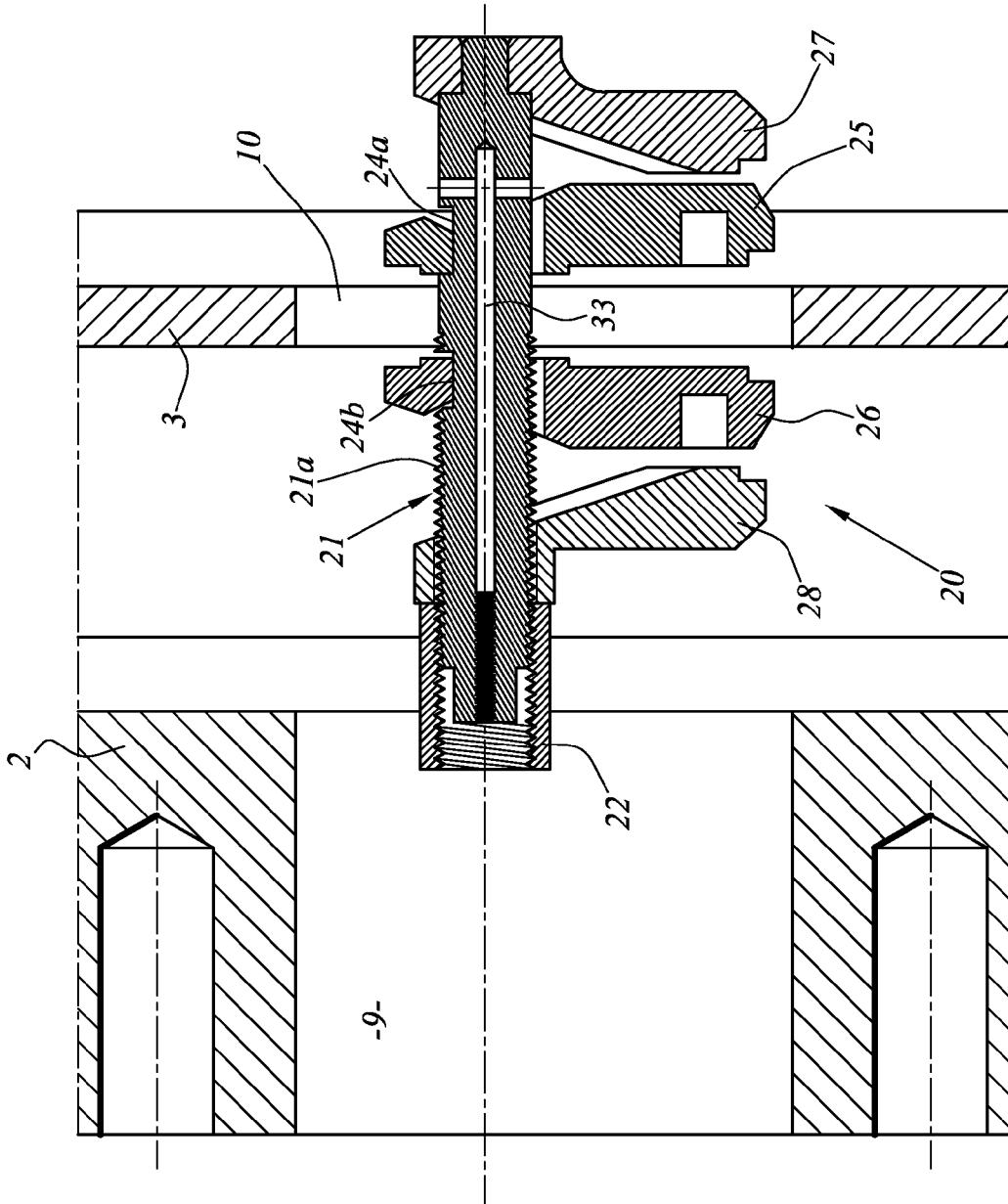
14. Outillage selon l'une quelconque des revendication 9 à 13, **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens de sertissage de l'écrou (22) sur l'arbre (21).



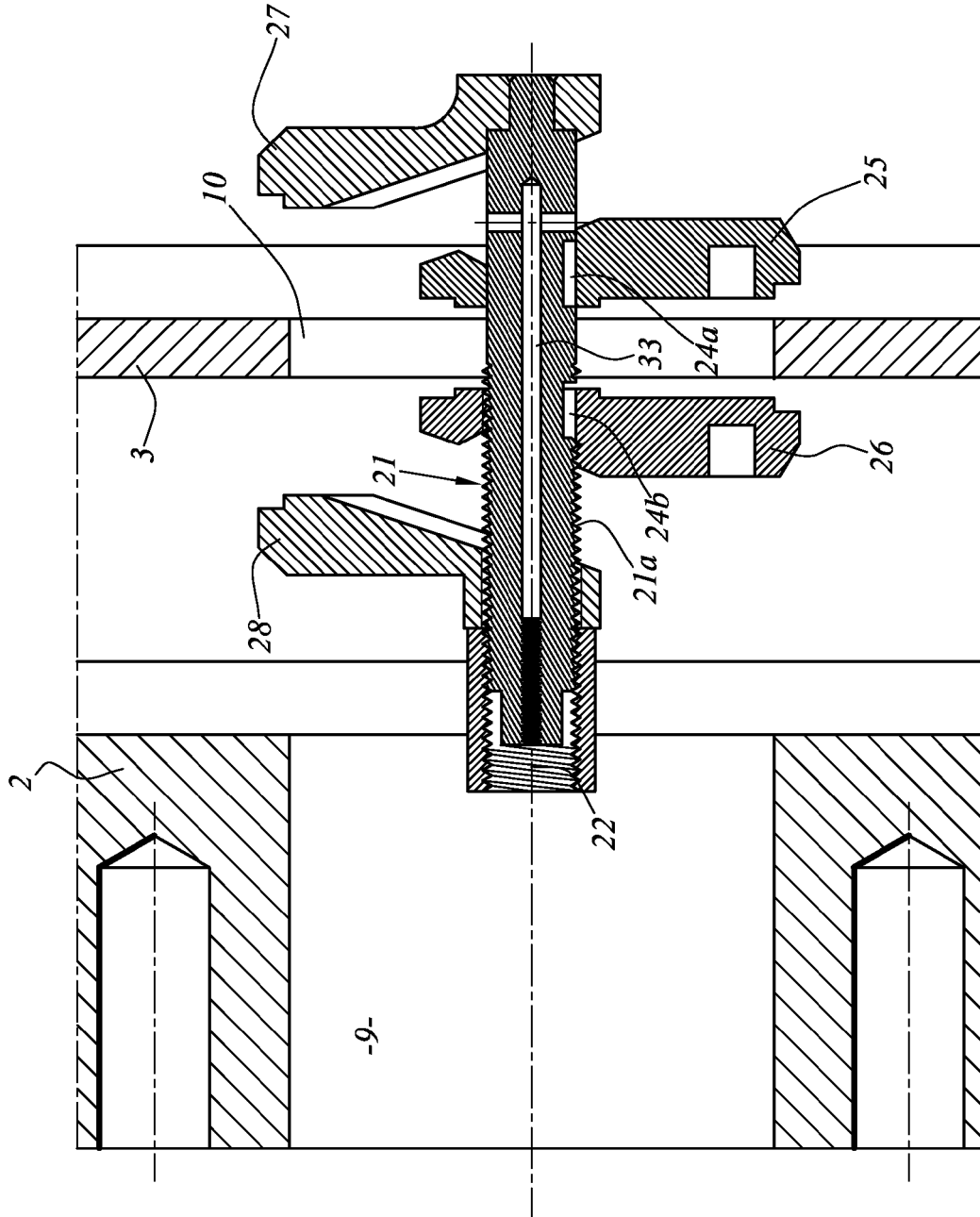
**FIG.1**



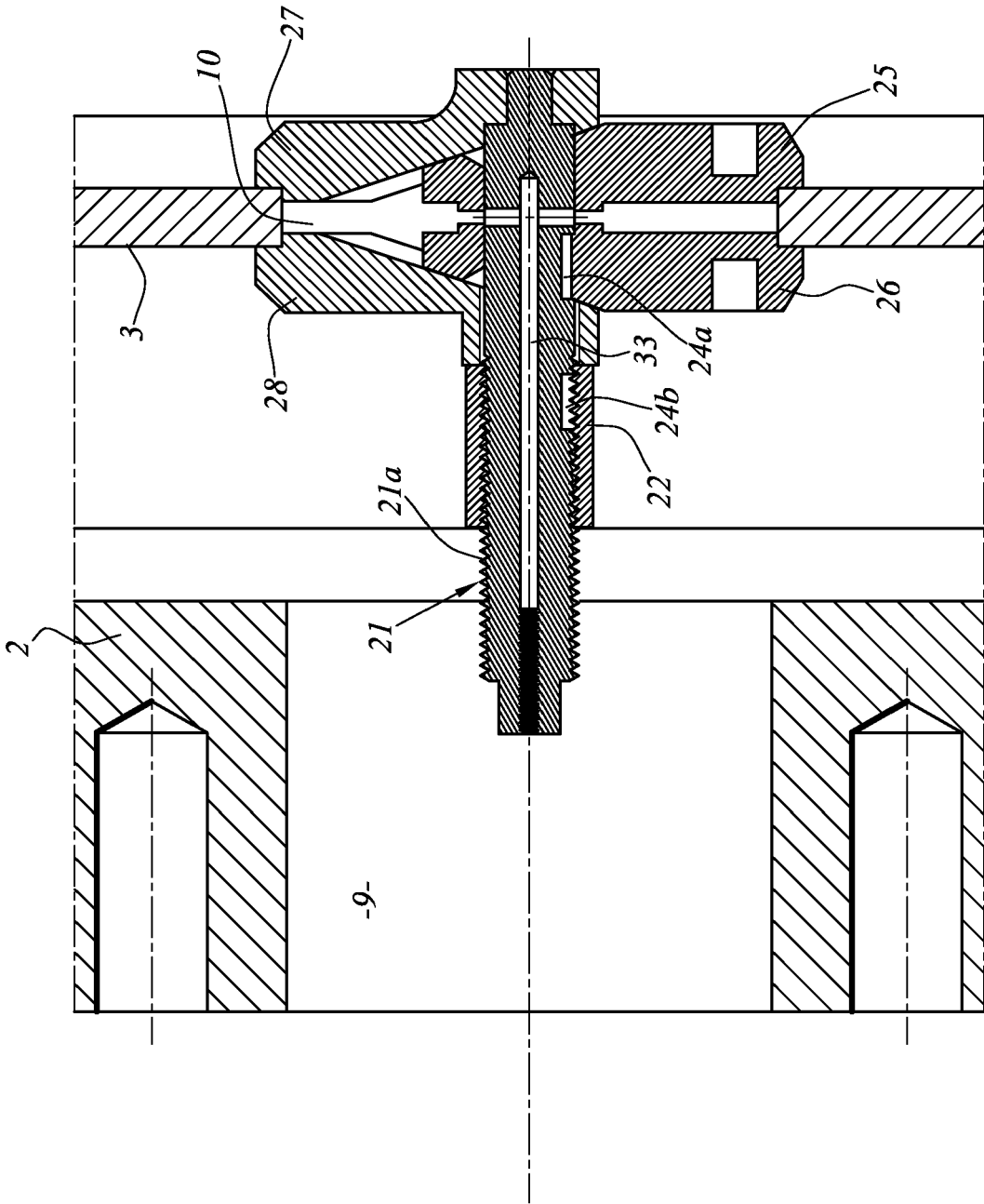
**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**

