



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Numéro de publication :

**0 086 695
B1**

⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
28.11.84

⑤① Int. Cl.³ : **F 22 B 1/02**

②① Numéro de dépôt : **83400235.4**

②② Date de dépôt : **04.02.83**

⑤④ **Générateur de vapeur à faisceau de tubes en U et à surchauffe.**

③⑩ Priorité : **04.02.82 FR 8201784**

④③ Date de publication de la demande :
24.08.83 Bulletin 83/34

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
28.11.84 Bulletin 84/48

⑧④ Etats contractants désignés :
BE CH DE GB IT LI

⑤⑥ Documents cités :
**FR-A- 2 194 294
FR-A- 2 212 024
FR-A- 2 257 859
FR-A- 2 399 635**

⑦③ Titulaire : **FRAMATOME ET CIE.
Tour Flat 1, Place de la Coupole
F-92400 Courbevoie (FR)**

⑦② Inventeur : **Dejeux, Pol
53/55 Avenue de la Source
F-94130 Nogent-sur-Marne (FR)**
Inventeur : **Leroy, Jean-Luc
91 avenue du Général Leclerc
F-91190 Gif sur Yvette (FR)**

⑦④ Mandataire : **Bouget, Lucien et al
CREUSOT-LOIRE 15 rue Pasquier
F-75383 Paris Cedex 08 (FR)**

EP 0 086 695 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Jouve, 18, rue St-Denis, 75001 Paris, France

Description

L'invention concerne un générateur de vapeur à faisceau de tubes en U et à surchauffe.

De tels générateurs de vapeur sont par exemple utilisés dans le cas des réacteurs nucléaires à eau sous pression et servent à la production de vapeur en utilisant pour le chauffage et la vaporisation de l'eau alimentaire, l'eau sous pression du réacteur comme fluide primaire.

Ces générateurs de vapeur comportent une boîte à eau en deux parties séparées par une cloison, pour l'alimentation des tubes du faisceau en fluide primaire chaud et pour l'évacuation du fluide primaire refroidi après passage dans le faisceau et mise en contact thermique avec l'eau alimentaire à vaporiser. Les tubes en U du faisceau sont fixés sur une plaque tubulaire dont une face ou face d'entrée est située du côté de la boîte à eau. Les extrémités des tubes affleurent sur cette face d'entrée et sont ainsi en communication, pour chacun des tubes, d'une part avec la partie d'alimentation et d'autre part avec la partie d'évacuation de la boîte à eau.

L'autre face de la plaque tubulaire ou face de sortie est traversée par le faisceau de tubes disposés verticalement à l'intérieur de la partie supérieure du générateur de vapeur dont l'enveloppe externe est appelée « enveloppe secondaire ».

La boîte à eau et l'enveloppe secondaire sont soudées sur la plaque tubulaire, de part et d'autre de celle-ci, c'est-à-dire au niveau de sa face d'entrée et au niveau de sa face de sortie respectivement.

Le faisceau de tubes en U est lui-même disposé à l'intérieur d'une enveloppe coaxiale à l'enveloppe secondaire et disposée à l'intérieur de celle-ci, de façon qu'un espace annulaire subsiste entre la paroi externe de l'enveloppe du faisceau et la paroi interne de l'enveloppe secondaire.

Dans les générateurs de vapeur à surchauffe, l'eau alimentaire est amenée par une tubulure à la base du faisceau du côté de la branche froide de celui-ci, c'est-à-dire du côté par où sort le fluide primaire. Par exemple, cette eau alimentaire peut être amenée par la tubulure dans l'espace annulaire entre enveloppe secondaire et enveloppe de faisceau puis introduite à l'intérieur de l'enveloppe du faisceau, du côté de la branche froide, par une ouverture prévue dans l'enveloppe du faisceau au-dessus de la plaque tubulaire.

Dans de tels générateurs de vapeur à surchauffe, la branche froide et la branche chaude du faisceau sont séparées par une cloison liée à la plaque tubulaire qui permet de canaliser la circulation de l'eau alimentaire puis de la vapeur le long du faisceau.

L'eau alimentaire venant en contact avec la branche froide du faisceau commence à s'échauffer et à s'élever le long de cette branche froide jusqu'au moment où la vaporisation commence, la circulation du mélange diphasique eau-vapeur puis la circulation de la vapeur se

poursuivant en descendant le long de la branche chaude du faisceau après contournement de la partie supérieure de la cloison. La circulation de la vapeur le long de la branche chaude permet d'obtenir une vapeur sèche, puis une vapeur surchauffée qui est récupérée à la partie inférieure de la branche chaude du faisceau par un récupérateur de vapeur débouchant dans une tubulure traversant l'enveloppe secondaire.

Le principal avantage de ces générateurs à surchauffe est qu'il n'est pas nécessaire de disposer sur le trajet de la vapeur, avant sa sortie du générateur, de séparateur eau-vapeur pour l'assèchement de celle-ci.

Cependant, dans les générateurs de vapeur de type classique utilisés dans les centrales nucléaires à eau sous pression où l'on n'effectue pas une surchauffe de la vapeur, la partie supérieure de l'enveloppe secondaire renfermant les séparateurs vapeur-eau permet de récupérer une partie de l'eau alimentaire entraînée avec la vapeur qui constitue une réserve d'eau de recirculation au-dessus de l'enveloppe de faisceau. Cette réserve d'eau permet d'alimenter le générateur de vapeur pendant un temps suffisant pour permettre aux opérateurs de la centrale nucléaire d'intervenir dans le cas d'une interruption totale accidentelle de l'arrivée d'eau alimentaire au générateur de vapeur.

Une telle réserve de sécurité n'existe pas dans le cas des générateurs de vapeur à surchauffe.

D'autre part, dans certains de ces générateurs de vapeur à surchauffe, l'eau alimentaire de secours, en cas de mauvais fonctionnement du circuit normal d'alimentation, est amenée au générateur de vapeur au voisinage de la plaque tubulaire, ce qui crée un choc thermique en cas d'utilisation de ce circuit de secours dont l'eau est à une température beaucoup plus basse que la température du fluide primaire.

Le but de l'invention est donc de proposer un générateur de vapeur à faisceau de tubes en U et à surchauffe comportant une boîte à eau en deux parties pour l'alimentation des tubes en fluide primaire chaud et pour l'évacuation du fluide primaire refroidi après passage dans le faisceau et mise en contact thermique avec l'eau alimentaire à vaporiser, une enveloppe secondaire renfermant de l'eau alimentaire, une plaque tubulaire dans laquelle sont fixés les tubes du faisceau, solidaire de la boîte à eau au niveau de sa face d'entrée sur laquelle les extrémités des tubes affleurent et de l'enveloppe secondaire, au niveau de sa face de sortie traversée par le faisceau et une enveloppe renfermant le faisceau de tubes, disposée à l'intérieur de l'enveloppe secondaire de façon à ménager un espace annulaire avec l'enveloppe secondaire, espace dans lequel débouche une tubulure d'arrivée d'eau alimentaire, du côté de la branche de sortie du faisceau, ou branche froide, l'enveloppe du faisceau comportant au moins une ouverture au-dessus de

la plaque tubulaire pour le passage de l'eau alimentaire à l'intérieur de l'enveloppe du faisceau pour venir en contact avec la branche froide, une cloison de séparation disposée entre la branche froide et la branche chaude du faisceau par laquelle sort le fluide primaire permettant la canalisation de l'eau alimentaire puis de la vapeur le long du faisceau et du récupérateur de vapeur surchauffée étant disposé au voisinage de l'extrémité de la branche chaude traversant la plaque tubulaire, pour l'évacuation de la vapeur surchauffée par une tubulure débouchant dans l'espace annulaire, ce générateur de vapeur devant continuer à fonctionner pendant un temps suffisant après une interruption de l'alimentation en eau pour assurer l'extraction de chaleur et pour permettre d'éviter une détérioration du cœur du réacteur avant que n'intervienne une alimentation de secours tout en évitant un choc thermique au niveau de la plaque tubulaire.

Dans ce but, au-dessus de l'enveloppe du faisceau est ménagé un espace libre à l'intérieur de l'enveloppe secondaire, pour constituer une réserve d'eau alimentaire en communication avec l'espace annulaire et avec au moins un moyen d'alimentation en eau à une température inférieure à la température du fluide primaire.

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 réalisation d'un générateur de vapeur à faisceau de tubes en U et à surchauffe suivant l'invention.

La figure 1 représente dans une vue en coupe par un plan vertical de symétrie un générateur de vapeur suivant l'invention utilisable dans une centrale nucléaire à eau sous pression.

La figure 2 représente une vue en coupe suivant A de la figure 1.

La figure 3 représente une vue en coupe suivant B de la figure 1.

La figure 4 représente, dans une vue en perspective, un premier mode de réalisation d'un récupérateur de vapeur équipant un générateur de vapeur suivant l'invention.

La figure 5 représente, dans une vue en perspective, un second mode de réalisation d'un récupérateur de vapeur associé à un générateur à surchauffe suivant l'invention.

Sur la figure 1, on voit un générateur de vapeur comportant une boîte à eau 1 alimentée en eau sous pression, d'un côté de la cloison 2 par une tubulure 3, l'eau sous pression étant évacuée par une tubulure 4 de la seconde partie de la boîte à eau se trouvant de l'autre côté de la cloison 2.

La boîte à eau 1 est fixée sur une plaque tubulaire 5 traversée par les extrémités des tubes 6 du faisceau qui sont fixés à l'intérieur des trous de cette plaque tubulaire.

Les extrémités des tubes affleurent sur la face inférieure ou face d'entrée de la plaque 5 de façon qu'une extrémité de chaque tube communique avec une des parties de la boîte à eau et l'autre extrémité avec l'autre partie de cette boîte à eau. De cette façon la circulation de l'eau dans

le faisceau est assurée dans le sens de la flèche 8, c'est-à-dire d'abord par passage de bas en haut de l'eau à l'intérieur de la branche chaude 9 puis par passage de cette eau primaire de haut en bas à l'intérieur de la branche froide 10.

Autour du faisceau de tubes 6 est disposée une enveloppe de faisceau 12 cylindrique et fermée par un fond sphérique à sa partie supérieure. L'enveloppe de faisceau 12 est elle-même disposée à l'intérieur de l'enveloppe secondaire 14 fixée sur la plaque tubulaire et ménageant un espace annulaire 15 autour de l'enveloppe de faisceau 12.

Ainsi qu'il est visible sur les figures 1 et 2, des entretoises horizontales et verticales 17 permettent de centrer et de maintenir l'enveloppe de faisceau à l'intérieur de l'enveloppe secondaire.

A sa partie inférieure, l'enveloppe de faisceau ne repose pas directement sur la plaque tubulaire, si bien que du côté de la branche froide 10 il subsiste un passage 19 entre la partie inférieure de l'enveloppe de faisceau et la plaque tubulaire.

Du côté de la branche chaude 9, l'enveloppe du faisceau 12 est reliée au récupérateur de vapeur 20 qui sera décrit plus en détail en se référant à la figure 4 ou à la figure 5.

L'enveloppe secondaire comporte une tubulure 21 pour l'amenée d'eau alimentaire dans l'espace annulaire 15, cette eau alimentaire descendant ensuite jusqu'à la base de l'espace annulaire pour s'introduire à l'intérieur de l'enveloppe de faisceau par le passage 19. L'enveloppe secondaire comporte également une tubulure 22 pour la sortie de la vapeur, cette tubulure 22 étant en communication avec la sortie du récupérateur de valeur 20.

Le volume intérieur de l'enveloppe de faisceau est séparé en deux parties jusqu'à l'extrémité supérieure de la partie droite des tubes par une cloison médiane 24 permettant de canaliser la circulation de l'eau alimentaire et de la vapeur à l'intérieur de l'enveloppe 12.

L'eau alimentaire, ainsi qu'il est visible aux figures 1 et 3, introduite dans l'espace annulaire 15 par la tubulure 21, se sépare en deux courants descendants dans cet espace annulaire et pénètre dans l'enveloppe de faisceau par le passage inférieur 19 au-dessus de la plaque tubulaire. L'eau alimentaire est ainsi parfaitement distribuée à la partie inférieure de la branche froide du faisceau tubulaire au contact duquel cette eau alimentaire s'échauffe.

L'eau alimentaire échauffée à l'intérieur de la partie branche froide du faisceau tubulaire est canalisée par l'enveloppe de faisceau et la cloison médiane 24.

Lors de sa circulation au contact de la branche 10 du faisceau, l'eau alimentaire s'échauffe puis commence à se vaporiser et le mélange diphasique eau-vapeur continue sa circulation le long du faisceau.

La vaporisation est totale après un certain parcours du mélange diphasique le long de la partie supérieure de la branche chaude, de haut en bas, si bien que la surchauffe de la vapeur a

lieu pendant la dernière partie du parcours de celle-ci le long de la branche chaude du faisceau, avant le récupérateur de vapeur 20.

Ainsi qu'il est visible à la figure 3, la récupération de vapeur se fait à la partie inférieure de l'enveloppe de faisceau 12 par passage de la vapeur à l'intérieur de l'enveloppe du récupérateur.

L'enveloppe 14 a été prolongée sur une hauteur relativement importante au-dessus de l'enveloppe de faisceau 12, de façon à ménager un espace libre 25 en communication avec l'espace annulaire 15 et avec une tubulure 26 reliée à une canalisation 27 en dérivation sur la conduite d'eau alimentaire principale et une canalisation 28 recevant l'eau alimentaire de secours du système de sécurité du générateur de vapeur.

Dans le cas d'un générateur de vapeur d'un réacteur nucléaire à eau sous pression tel que construit actuellement d'une puissance thermique de l'ordre de 1 000 MW, il est souhaitable d'avoir une réserve d'eau alimentaire dans l'espace 25 de l'ordre de 50 t pour permettre une alimentation temporaire de secours automatique du générateur de vapeur en cas de manque d'eau alimentaire, pendant un temps suffisant pour permettre l'intervention des opérateurs.

La section de ces générateurs de vapeur est telle qu'il est possible de stocker 10 t d'eau par mètre linéaire de l'enveloppe secondaire, au-dessus de l'enveloppe de faisceau.

Il est donc nécessaire, pour disposer d'une réserve d'eau permettant une intervention après accident sur le réseau d'eau alimentaire dans de très bonnes conditions, de surélever l'enveloppe secondaire au-dessus de l'enveloppe de faisceau, d'une hauteur de l'ordre de 5 mètres.

Cependant, on a également déterminé que pour un générateur de vapeur d'une puissance de 1 000 MW, il est possible, sans diminuer de façon inacceptable la sécurité de fonctionnement du générateur de vapeur, de diminuer la réserve d'eau jusqu'à 20 t. Dans ce cas, et toujours pour le même type de générateur de vapeur, il est possible de ne surélever l'enveloppe secondaire que d'une hauteur de deux mètres.

La puissance thermique du générateur de vapeur est déterminée à partir du débit de fluide primaire et de la température d'entrée et de sortie de ce fluide. Dans le cas des réacteurs nucléaires, ces paramètres sont parfaitement définis, si bien qu'il est possible de déterminer la capacité d'eau de secours nécessaire pour pouvoir intervenir en cas d'une interruption d'alimentation en eau du générateur de vapeur et donc de déterminer la dimension nécessaire de la capacité 25 comprise à l'intérieur de l'enveloppe secondaire et située au-dessus de l'enveloppe de faisceau.

Pendant la marche normale du générateur de vapeur, une partie de l'eau alimentaire remplissant l'enveloppe secondaire 14 vient en contact avec l'enveloppe de faisceau 12, dans l'espace annulaire 15, au voisinage de la branche chaude 9. Il se produit donc une vaporisation d'une partie de cette eau alimentaire et la vapeur vient s'accu-

muler à la partie la plus haute de l'enveloppe 14. Une introduction d'eau à la température d'entrée par la tubulure 26 permet de condenser cette vapeur et de maintenir un remplissage complet en eau de la capacité de secours 25, pendant le fonctionnement normal du générateur de vapeur.

D'autre part, en cas d'utilisation de l'alimentation de secours, l'eau alimentaire de la conduite 28 pénètre dans l'enveloppe 14 à sa partie supérieure par la tubulure 26, se mélange à l'eau de la capacité 25 et se réchauffe avant de descendre dans l'espace annulaire 15.

On évite ainsi l'inconvénient d'avoir un choc froid au niveau de la plaque tubulaire ce qui était le cas lorsqu'on utilisait une alimentation de secours au voisinage de cette plaque tubulaire.

Le mode de réalisation représenté aux figures 1, 2 et 3 montre l'utilisation d'une cloison médiane 24 séparant le faisceau en deux parties parfaitement symétriques ce qui n'était pas le cas des générateurs à surchauffe de l'art antérieur.

En effet, dans ces générateurs de vapeur de l'art antérieur, on effectuait la vaporisation dans la partie montante de la circulation de l'eau alimentaire le long du faisceau et la surchauffe de la vapeur dans la partie descendante.

Ceci nécessitait de diminuer l'importance de l'apport thermique et donc le volume du faisceau utilisé pour la surchauffe, par rapport à ceux utilisés pour la vaporisation.

On s'est aperçu qu'il était possible, en faisant varier la pression, la température et le débit de l'eau alimentaire introduite dans l'enveloppe secondaire d'augmenter ou de diminuer la surchauffe tout en utilisant un faisceau parfaitement symétrique de construction beaucoup plus simple qu'un faisceau partagé par une cloison de façon non symétrique.

Par exemple, si l'on augmente la pression et le débit de l'eau alimentaire, on diminue la surchauffe, en retardant le début de la vaporisation et en prolongeant la présence d'un état diphasique du fluide en circulation le long de la branche chaude du faisceau.

On peut donc en faisant varier ces paramètres utiliser une longueur plus ou moins importante de la branche chaude 9 du faisceau pour opérer la surchauffe.

On est ainsi amené à poursuivre la vaporisation sur une partie descendante de la circulation du fluide dans le faisceau, contrairement à la technique de l'art antérieur.

Sur la figure 4, on voit un mode de réalisation du récupérateur de vapeur 20 où celui-ci constitue la partie inférieure de l'enveloppe de faisceau 12.

La partie inférieure de la virole 12 de l'enveloppe de faisceau est limitée de façon à ménager un espace 30 au-dessus de la plaque tubulaire 5. Le récupérateur de vapeur 20 comporte une virole externe 31 fermée à sa partie supérieure et soudée sur la virole 12 par l'intermédiaire d'une couronne 32. A sa partie inférieure, la virole 31 est soudée de façon continue sur toute sa périphérie sur la plaque tubulaire 5. La cloison de séparation

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

24 ferme la boîte de vapeur du récupérateur dans le plan diamétral du générateur de vapeur.

Cette boîte de vapeur est donc totalement étanche et constitue la partie inférieure de l'enveloppe de faisceau 12. Lorsque la vapeur surchauffée parvient à la base de la branche chaude du faisceau, cette vapeur peut passer par l'ouverture 30 à l'intérieur de la boîte de vapeur d'où elle est évacuée vers la tubulure 22 par l'intermédiaire d'un manchon souple 34 de raccordement entre la boîte de vapeur et l'enveloppe secondaire 14.

Un limiteur de débit 33 est d'autre part interposé sur le passage de la vapeur à l'intérieur de la tubulure 22.

Le manchon souple 34 permet de rattraper les dilatations différentielles entre l'enveloppe de faisceau et l'enveloppe secondaire.

Sur la figure 5, on voit un second mode de réalisation du récupérateur de vapeur 20 où la boîte de vapeur est solidaire de la partie inférieure de l'enveloppe de faisceau 12 sur laquelle elle est soudée. Cette boîte de vapeur 36 est en contact avec la plaque tubulaire 5 par l'intermédiaire d'un système d'étanchéité à rail 37, dans le plan diamétral du générateur, et par l'intermédiaire d'un système d'étanchéité à lamelles 38 à la base de sa surface cylindrique. La boîte de vapeur 36 est mise en communication avec la tubulure 22 par l'intermédiaire d'un manchon rigide 39 constituant un limiteur de débit 40 à l'intérieur de la tubulure 22.

Les systèmes d'étanchéité 37 et 38 permettent d'absorber les jeux de montage et de dilatation du dispositif.

Ce dispositif n'est évidemment pas absolument étanche comme le dispositif représenté à la figure 4.

On voit que les principaux avantages du dispositif suivant l'invention sont de permettre de réaliser simplement une réserve d'eau de secours au-dessus du faisceau tubulaire et donc de permettre aux opérateurs d'intervenir de façon légèrement différée après une panne d'alimentation en eau du générateur de vapeur, d'introduire l'eau alimentaire de secours dans cette capacité où elle se mélange et se réchauffe avant de descendre dans l'espace annulaire jusqu'au niveau de la plaque tubulaire, enfin d'adopter une construction entièrement symétrique du générateur de vapeur tout en autorisant un réglage de la surchauffe en agissant sur les paramètres de l'eau alimentaire introduite dans l'enceinte secondaire.

Mais l'invention ne se limite pas au mode de réalisation qui vient d'être décrit; elle en comporte au contraire toutes les variantes.

C'est ainsi qu'on peut prévoir une capacité d'un volume quelconque en fonction des conditions d'exploitation du générateur de vapeur. Il suffit de surélever l'enceinte secondaire d'une hauteur suffisante au-dessus du faisceau ou de prévoir une capacité accrue de forme tronconique ou cylindro-conique à la partie supérieure du générateur de vapeur.

Il est également possible d'utiliser un généra-

teur de vapeur suivant l'invention comportant une capacité de réserve, avec un faisceau dont la cloison n'est pas disposée symétriquement, bien que cette disposition en facilite et en simplifie la construction.

Il est également possible d'utiliser un récupérateur de vapeur d'un type quelconque à la partie inférieure de la branche chaude du faisceau.

Enfin, le générateur de vapeur suivant l'invention s'applique non seulement dans le cas des réacteurs nucléaires à eau sous pression mais également dans le cas d'autres installations de grande puissance pouvant nécessiter une surchauffe de la vapeur produite.

Revendications

1. Générateur de vapeur à faisceau de tubes en U et à surchauffe, comportant une boîte à eau (1) en deux parties pour l'alimentation des tubes en fluide primaire chaud et pour l'évacuation du fluide primaire refroidi après passage dans le faisceau et mise en contact thermique avec l'eau alimentaire à vaporiser, une enveloppe secondaire (14) renfermant de l'eau alimentaire, une plaque tubulaire (5) dans laquelle sont fixés les tubes (6) du faisceau, solidaire de la boîte à eau (1) au niveau de sa face d'entrée sur laquelle les extrémités des tubes affleurent et de l'enveloppe secondaire (14) au niveau de sa face de sortie traversée par le faisceau, et une enveloppe (12) renfermant le faisceau de tubes disposée à l'intérieur de l'enveloppe secondaire (14) de façon à ménager un espace annulaire (15) avec l'enveloppe secondaire (14), espace dans lequel débouche une tubulure (21) d'arrivée d'eau alimentaire, du côté de la branche de sortie (10) du faisceau ou branche froide, l'enveloppe (12) du faisceau comportant au moins une ouverture (19) au-dessus de la plaque tubulaire (5) pour le passage de l'eau alimentaire à l'intérieur de l'enveloppe (12) du faisceau pour venir en contact avec la branche froide (10), une cloison de séparation (24) disposée entre la branche froide (10) et la branche chaude (9) du faisceau par laquelle sort le fluide primaire permettant la canalisation de l'eau alimentaire puis de la vapeur le long du faisceau et un récupérateur de vapeur surchauffée (20) étant disposé au voisinage de l'extrémité de la branche chaude (9) traversant la plaque tubulaire (5) pour l'évacuation de la vapeur surchauffée par une tubulure (22) débouchant dans l'espace annulaire, caractérisé par le fait qu'au-dessus de l'enveloppe du faisceau (12) est ménagé un espace libre (25) à l'intérieur de l'enveloppe secondaire (14) pour constituer une réserve d'eau alimentaire en communication avec l'espace annulaire (15) et avec au moins un moyen d'alimentation (26) en eau à une température inférieure à la température du fluide primaire.

2. Générateur de vapeur suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que la réserve d'eau peut contenir au moins 20 tonnes d'eau alimentaire pour une puissance thermique du généra-

teur de vapeur de 1 000 MW, puissance définie à partir de la température d'entrée, de la température de sortie et du débit de fluide primaire.

3. Générateur de vapeur suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que la réserve d'eau a une capacité voisine de 50 tonnes, pour une puissance thermique du générateur de vapeur de 1 000 MW.

4. Générateur de vapeur suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que la branche froide (10) et la branche chaude (9) du faisceau sont symétriques par rapport à un plan et que la cloison de séparation (24) de cette branche froide (10) et de cette branche chaude (9) est disposée suivant le plan de symétrie du faisceau.

5. Procédé d'utilisation d'un générateur de vapeur selon la revendication 4, permettant une modulation de l'effet de surchauffe du générateur, caractérisé par le fait qu'on fait varier au moins l'un des paramètres, température, pression et débit de l'eau alimentaire introduite dans le générateur de vapeur pour modifier la longueur de la zone de la branche chaude du faisceau le long de laquelle est effectuée la surchauffe de la vapeur.

Claims

1. Steam generator with a bundle of U-shaped tubes and with superheating, incorporating a water tank (1) in two parts for feeding the tubes with hot primary fluid and for discharging the cooled primary fluid after passing through the bundle and coming into thermal contact with the feed water to be vaporised, a secondary enclosure (14) containing feed water, a tube plate (5) in which the bundle tubes (6) are fixed and which is integrally fixed to the water tank (1) in the region of its entry face with which the ends of the tubes are level and to the secondary enclosure (14) in the region of its outlet face through which the bundle passes, and an enclosure (12) containing the tube bundle and arranged inside the secondary enclosure (14) so as to provide, with the secondary enclosure (14), an annular space (15) into which opens a delivery pipe (21) for feed water, on the outlet branch (10), or cold branch, side of the bundle, the bundle enclosure (12) incorporating at least one opening (19) above the tube plate (5) for the passage of the feed water into the bundle enclosure (12) to come into contact with the cold branch (10), a separating partition (24) arranged between the cold branch (10) and the hot branch (9) of the bundle, through which the primary fluid leaves, permitting the channelling of the feed water and later steam along the bundle and a collector for superheated steam (20) arranged close to the end of the hot branch (9) passing through the tube plate (5) for discharging the superheated steam through a pipe (22) opening into the annular space, characterised in that a free space (25) is arranged inside the secondary enclosure (14), above the bundle enclosure (12), to form a feed water reserve

communicating with the annular space (15) and with at least one means for feeding (26) water at a temperature below the temperature of the primary fluid.

2. Steam generator according to Claim 1, characterised in that the water reserve can contain at least 20 tonnes of feed water for a steam generator thermal power of 1,000 MW, the power being defined on the basis of the entry temperature, exit temperature, and primary fluid flow.

3. Steam generator according to Claim 2, characterised in that the water reserve has a capacity close to 50 tonnes, for a steam generator thermal power of 1,000 MW.

4. Steam generator according to Claim 1, characterised in that the cold branch (10) and the hot branch (9) of the bundle have planar symmetry and that the partition (24) separating this cold branch (10) from this hot branch (9) is arranged along the plane of symmetry of the bundle.

5. Process for employing a steam generator according to Claim 4, permitting a modulation of the superheating effect of the generator, characterised in that at least one of the parameters of temperature, pressure and flow rate of the feed water entering the steam generator, is varied in order to modify the length of the zone of the hot branch of the bundle along which zone superheating of the steam is produced.

Ansprüche

1. Dampferzeuger mit U-förmigen Rohrbündel und Überhitzung bestehend aus einem zweiteiligen Wasserkasten (1) zur Versorgung der Rohre mit warmem Primärmedium und Abführen des gekühlten Primärmediums nach dessen Durchlauf durch das Rohrbündel und Wärmekontakt-herstellung mit dem zu zerstäubenden Speisewasser, einem das Speisewasser aufnehmenden Sekundärmantel (14), einer Rohrplatte (5) mit den daran befestigten Bündelrohre (6), welche an der einlaufseitigen Fläche, auf der die Rohrenden bündig abschliessen, und an der von dem Rohrbündel durchquerten auslaufseitigen Fläche mit dem Wasserkasten (1) bzw. mit dem Sekundärmantel (14) jeweils fest verbunden ist, sowie aus einem das Rohrbündel aufnehmenden, innen in dem Sekundärmantel (14) derart angeordneten Mantel (12), dass ein kreisförmiger Raum (15) mit dem Sekundärmantel (14) gebildet wird, in den ein Speisewasser-Zufuhrstutzen (21) am austrittsseitigen Schenkel (10) oder kalten Schenkel des Rohrbündels mündet, wobei der Rohrbündelmantel (12) mindestens eine Öffnung (19) über der Rohrplatte (5) zum Durchtritt des Speisewassers in den Rohrbündelmantel (12) aufweist, um somit mit dem kalten Schenkel (10) in Berührung zu kommen, und wobei die zwischen dem kalten Schenkel (10) und dem warmen Schenkel (9) des Rohrbündels, aus dem das Primärmedium austritt, angeordnete Trennwand (24) die Speisewasser-, dann die Dampf-führung entlang des Rohrbündels ermöglicht — ein Heiss-

dampfreakuperator (20) zum Abführen des überhitzten Dampfes über einen in den kreisförmigen Raum mündenden Stutzen (22) ist in der Nähe des Endes des die Rohrplatte (5) durchquerenden warmen Schenkels (9) angeordnet — dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildung einer Speisewasserreserve über dem Rohrbündelmantel (12) innen in dem Sekundärmantel (14) ein freier Raum (25) vorgesehen ist, der mit dem kreisförmigen Raum (15) und mindestens

mit einem Versorgungsmittel (26) für Wasser bei einer unter der Primärmediumtemperatur liegenden Temperatur in Verbindung steht.

2. Dampferzeuger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für eine 1 000 MW Dampferzeuger-Wärmeleistung die Wasserreserve mindestens 20 Tonnen Speisewasser aufnehmen kann, wobei die Leistung aus der Eintrittstemperatur, der Austrittstemperatur und dem Primärmediumdurchsatz bestimmt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

7

3. Dampferzeuger nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass für eine 1 000 MW Dampferzeuger-Wärmeleistung die Kapazität der Wasserreserve bei 50 Tonnen liegt.

4. Dampferzeuger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der kalte Schenkel (10) und der warme Schenkel (9) des Rohrbündels zu einer Ebene symmetrisch sind, und dass die Trennwand (24) dieses kalten Schenkels (10) und dieses warmen Schenkels (9) in der Rohrbündelsymmetrieebene liegt.

5. Verfahren zum Einsatz eines Dampferzeugers nach Anspruch 4, mit dem eine Modulierung der Überhitzungswirkung des Generators erzielt wird, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Parameter wie Temperatur, Druck und Durchsatz des dem Dampferzeuger zugeführten Speisewassers variiert wird, um die Länge der Zone des Rohrbündelschenkels, in welcher der Dampf überhitzt wird, zu ändern.

Fig 1

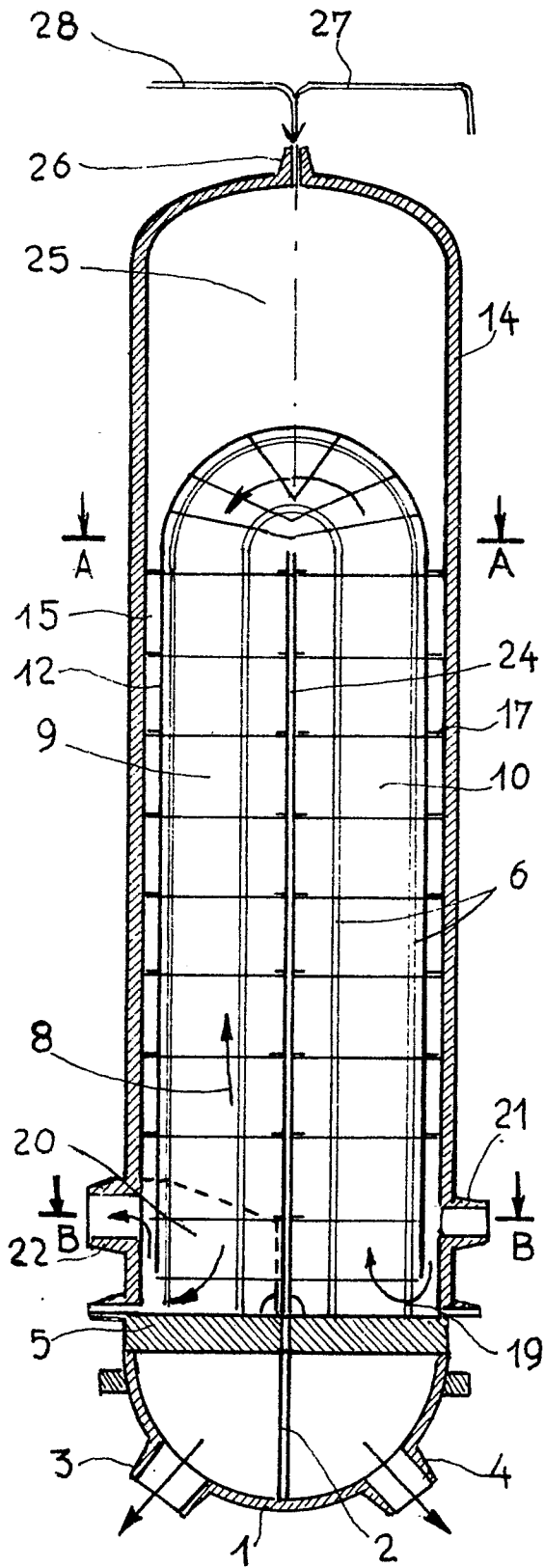


Fig 2

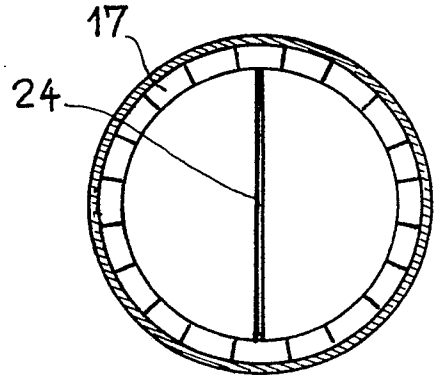


Fig 3

