

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 460 465

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21)

N° 79 16912

(54) Procédé d'homogénéisation, dans le sens circonférentiel, des températures à la surface d'une virole soumise à un gradient circonférentiel de température, et dispositif mettant en œuvre ce procédé.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). F 28 D 15/00 // G 21 D 1/02.

(22) Date de dépôt..... 29 juin 1979, à 15 h 18 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 4 du 23-1-1981.

(71) Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, résidant en France.

(72) Invention de : Jacques Garnier et Robert Martin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

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

La présente invention se rapporte à un procédé d'homogénéisation dans le sens circonférentiel des températures à la surface d'une virole soumise à un gradient circonférentiel de température, et à un dispositif mettant en oeuvre ce procédé.

5 On rencontre fréquemment dans les installations industrielles des viroles soumises à un gradient circonférentiel de température. En particulier, lorsqu'un élément cylindrique traverse une paroi telle que par exemple une dalle de béton ou encore un mur, un espace annulaire résulte du jeu existant entre
10 ledit élément cylindrique et la paroi qu'il traverse. S'il existe une différence de température entre les deux faces de la paroi, des courants de convection apparaissent au sein du fluide remplissant l'espace annulaire. Ces courants tridimensionnels de convection naturelle, appelés "jambages", se caractérisent par
15 une répartition circonférentielle d'écoulements montants, dits "jambes chaudes", ou descendants, dits "jambes froides". La forme de ces écoulements est très difficile à prédire car elle dépend de nombreux paramètres. De plus, ces écoulements ne sont pas nécessairement permanents et contraignent donc les viroles
20 non seulement à des écarts de température circonférentiels, mais aussi à des cyclages thermiques préjudiciables à leur bonne tenue mécanique.

La présente invention a précisément pour objet un procédé d'homogénéisation dans le sens circonférentiel des températures à la surface d'une virole soumise à un gradient circonférentiel de températures. Ce procédé permet de réduire d'une
25 manière importante la valeur de ce gradient de température et, par suite, de diminuer les cyclages thermiques auxquels lesdites viroles sont soumises. Ce procédé permet de réduire d'une manière importante la valeur de ce gradient sans pour cela homogénéiser les températures le long des génératrices.

Selon ce procédé, on dispose selon la circonférence de ladite virole au moins un anneau creux, rempli par un liquide, et incliné par rapport à l'horizontale, ce qui permet la circulation par convection du liquide à l'intérieur de cet anneau, un
35

contact thermique étant établi entre ce dernier et la virole.

Dans le cas particulier où la virole soumise à un gradient circonférentiel de température est à axe vertical, ledit anneau creux se composera de préférence d'une succession de segments inclinés par rapport à l'horizontale. De cette manière, les transferts de chaleur selon une direction verticale sont réduits au minimum, la circulation par convection du liquide s'effectuant cependant d'une manière satisfaisante.

En outre, comme il a été dit plus haut, la forme des écoulements apparaissant dans l'espace annulaire est très difficile à prédire, car elle dépend de nombreux paramètres. On ne peut donc déterminer la position des jambes chaudes, ni celle des jambes froides. C'est pourquoi le procédé d'homogénéisation selon la présente invention comporte de préférence plusieurs anneaux creux répartis sur la hauteur de la virole et décalés angulairement les uns par rapport aux autres.

De cette manière, l'homogénéisation des températures dans le sens circonférentiel à la surface de la virole reste efficace dans tous les cas d'écoulement des courants de convection.

La présente invention a également pour objet un dispositif d'homogénéisation dans le sens circonférentiel, des températures à la surface de la virole à axe vertical d'un composant traversant la dalle supérieure d'un réacteur nucléaire.

Ce dispositif se caractérise en ce qu'il comprend au moins un anneau creux rempli par un liquide, ledit anneau se composant d'une succession de segments inclinés de quelques degrés par rapport à l'horizontale, des moyens de fixation dudit anneau sur l'une des faces de ladite virole, et des moyens pour assurer un contact thermique entre chacun desdits anneaux et ladite virole.

Bien entendu, dans la description qui précède, du procédé et du dispositif d'homogénéisation dans le sens circonférentiel des températures à la surface d'une virole, l'expression "dans le sens circonférentiel" doit être comprise au sens large. En effet, l'invention s'applique à toute virole, circulaire ou

non, soumise à un gradient de température selon une de ses sections droites. Il va de soi que le terme "anneau" doit être compris dans le même esprit, et que la forme de cet anneau n'est pas nécessairement circulaire.

5 De toute façon, l'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un exemple de réalisation donné à titre illustratif, mais nullement limitatif. La description se réfère à la figure annexée sur laquelle on a représenté la traversée par une pompe de circulation de la dalle supérieure
10 d'un réacteur nucléaire refroidi au sodium.

Le procédé d'homogénéisation des températures selon la présente invention trouve une application chaque fois que, dans l'industrie, une virole est soumise à un gradient circonférentiel de températures. En particulier, ce problème se pose fréquemment
15 dans l'industrie chimique et dans l'industrie nucléaire. La figure jointe représente une mise en oeuvre avantageuse de ce procédé dans le cas d'un réacteur nucléaire refroidi au sodium. Un tel réacteur nucléaire, par exemple le réacteur français Super Phénix, comporte une cuve suspendue à une dalle de béton. Le
20 coeur du réacteur situé dans la cuve est refroidi par une circulation de sodium liquide. Dans un réacteur de ce type, la traversée de la dalle de béton par les composants nécessaires au fonctionnement du réacteur détermine de nombreux espaces annulaires à l'intérieur desquels naissent des courants de convec-
25 tion. On a représenté sur la figure jointe une telle traversée de la dalle 1 par un composant 2. Ce composant 2 est ici une pompe de circulation. La pompe 2 est entourée par une virole de pompe 2a. On a prévu pour le passage de la pompe 2 à travers la dalle de béton 1, un passage d'un diamètre supérieur au diamètre
30 extérieur de la virole de pompe 2a, ce qui détermine un espace annulaire à axe vertical. Au niveau du passage de la pompe 2, on a revêtu la dalle de béton 1 d'une tôle circulaire 6 qui joue un rôle de protection thermique et qui est elle-même refroidie par une circulation d'eau à l'intérieur des canalisations 8. On a
35 désigné par la référence 10 le niveau du sodium liquide. Au-dessus du sodium 10, on a prévu une couverture 11 de gaz inerte,

par exemple l'argon, qui protège la dalle 1 contre le sodium liquide, dont la température atteint 500°C, et ses aérosols. L'espace annulaire situé entre la virole de pompe 2a et la virole 6 est divisé en deux par une troisième virole à axe vertical 12, laquelle délimite un premier espace annulaire 13 et un deuxième espace annulaire 14. Chacun de ces espaces annulaires est rempli d'argon. En outre, l'espace annulaire 14 est isolé de la couverture d'argon 11 par un système de joint hydraulique à godet 15 rempli de sodium liquide. La lame d'argon emprisonnée à l'intérieur de l'espace annulaire 14 réalise ainsi une protection thermique de la dalle de béton 1, le béton, comme on le sait, supportant mal les contraintes thermiques. En revanche, l'espace annulaire 13 communique avec la couverture de gaz inerte 11, ce gaz étant porté à une température de l'ordre de 500°C au contact du sodium liquide 10. En revanche, la température de ce gaz à la partie supérieure 16 de l'espace annulaire 13 ne doit pas dépasser 50°C. Par conséquent, il existe un important gradient vertical de température entre la partie supérieure 16 de la virole 12 dont la température est de l'ordre de 50°C et sa partie inférieure 17 dont la température est proche de 500°C. Toutes les conditions sont donc réunies pour que des thermosiphons apparaissent dans l'espace annulaire 13. Ces thermosiphons sont alimentés par le gaz inerte contenu dans la région 11 et sont caractérisés par un écoulement montant des gaz chauds et par un écoulement descendant de gaz refroidis. Ces thermosiphons, qui dépendent de paramètres actuellement mal connus, engendrent dans la virole du composant 2 des empreintes thermiques qui peuvent se déplacer circulairement dans un plan horizontal et qui créent ainsi des cyclages thermiques préjudiciables à la bonne tenue mécanique de la virole 2a. A titre d'exemple, dans le cas du réacteur français Super Phénix, ce gradient circonférentiel sur la virole de pompe 2a est estimé à 200°C.

Il est donc nécessaire d'éliminer ou du moins de diminuer ces gradients thermiques circonférentiels. C'est précisément le problème qui est résolu par le dispositif selon la présente invention, représenté sur la figure jointe. Ce dispositif

se compose de plusieurs anneaux creux 20 disposés selon la circonférence de la virole 2a. En traits mixtes, on a représenté la direction moyenne 21 de l'anneau creux 20. Cette direction moyenne 21 est horizontale. Chacun des anneaux 20 est creux et renferme un liquide. Dans le cas du dispositif selon la présente invention représenté sur la figure, ce liquide est du sodium. De cette manière, les conséquences d'une fuite, toujours possible, de l'un des anneaux 20 sont réduites. Cela ne serait pas le cas si l'on avait introduit de nouveaux fluides, par exemple de l'eau, dans le réacteur. On sait en effet que l'eau réagit violemment avec le sodium. Ainsi, le dispositif selon la présente invention ne pose pas de nouveaux problèmes de sûreté et simplifie les problèmes de tenue dans le temps. En conséquence, les anneaux tels que 20 pourront être situés à la surface de la virole 2a indifféremment à l'intérieur ou à l'extérieur de celle-ci. Naturellement, dans un autre cas d'application du procédé selon l'invention, on pourra utiliser un liquide quelconque. L'anneau 20 se compose d'une succession de segments 20a, 20b, 20c inclinés de quelques degrés par rapport à l'horizontale, indiquée par la référence 21. Dans la mesure où une extrémité supérieure, par exemple l'extrémité 22 du segment incliné 20b se trouve dans une zone de la virole 2a refroidie par un écoulement de gaz descendant, et dans la mesure où l'extrémité inférieure 23 de ce même segment 20b se trouve dans une zone chauffée par un courant montant de gaz chaud, la circulation du sodium liquide à l'intérieur de ce tube 20b se fait par convection naturelle. La chaleur est ainsi transportée de la zone chaude où se trouve le point 23 à la zone froide où se trouve le point 22 et une homogénéisation des températures dans le sens circonferentiel de la virole 2a est ainsi réalisée. Cependant, comme il a été indiqué précédemment, les caractéristiques des thermosiphons dépendent de paramètres qui sont difficiles à déterminer. C'est la raison pour laquelle il n'est pas possible de déterminer l'emplacement des jambes montantes chaudes et des jambes descendantes froides. De ce fait, il n'est pas possible de disposer idéalement les sommets 22 selon les jambes froides et les

extrémités 23 selon les jambes chaudes. C'est la raison pour laquelle on a décalé angulairement les uns par rapport aux autres les anneaux tels que 24, 26, 28, etc... De cette manière, l'homogénéisation dans le sens circonférentiel des températures est réalisée dans tous les cas d'écoulement extérieur du gaz inerte.

On remarquera que le dispositif réalisé selon l'invention homogénéise les températures à la surface de la virole 2a essentiellement dans le sens circonférentiel. En effet, il est nécessaire de conserver un gradient vertical de température, car on souhaite que la température à la partie supérieure de la virole 12 ne dépasse pas 50°C. Les segments tels que 20a, 20b ou 20c sont inclinés de quelques degrés par rapport à l'horizontale de manière à permettre la circulation de sodium liquide par convection. Cependant, le transfert de chaleur dans un sens vertical est réduit.

Naturellement, afin que le dispositif selon l'invention fonctionne efficacement, il est nécessaire de prévoir un bon contact thermique entre chacun des anneaux tels que 20 et la virole 2a. On pourra à cette fin, loger les anneaux 20 dans des pièces formant godet fixées sur la virole 2a, ces godets étant remplis par un matériau bon conducteur de la chaleur. Ou encore, on pourra loger lesdits anneaux 20 dans un espace annulaire étanche limité par la virole 2a et par une deuxième virole interne à la première, un matériau à bas point de fusion et bon conducteur de la chaleur étant introduit dans l'espace délimité par ces deux viroles.

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'homogénéisation dans le sens circonférentiel des températures à la surface d'une virole soumise à un gradient circonférentiel de température, caractérisé en ce qu'on dispose selon la circonférence de ladite virole au moins un anneau creux rempli par un liquide et incliné par rapport à l'horizontale, ce qui permet la circulation par convection du liquide à l'intérieur dudit anneau, un contact thermique étant établi entre ledit anneau creux et la virole.

2. Procédé selon la revendication 1, d'homogénéisation dans le sens circonférentiel des températures à la surface d'une virole à axe vertical soumise à un gradient circonférentiel de température, caractérisé en ce que ledit anneau creux se compose d'une succession de segments inclinés par rapport à l'horizontale.

3. Procédé d'homogénéisation des températures selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs anneaux creux répartis sur la hauteur de la virole et décalés angulairement les uns par rapport aux autres.

4. Dispositif d'homogénéisation dans le sens circonférentiel des températures à la surface de la virole à axe vertical d'un composant traversant la dalle supérieure d'un réacteur nucléaire, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un anneau creux rempli par un liquide, ledit anneau se composant d'une succession de segments inclinés de quelques degrés par rapport à l'horizontale, des moyens de fixation dudit anneau sur l'une des faces de ladite virole, et des moyens pour assurer un contact thermique entre chacun desdits anneaux et ladite virole.

5. Dispositif d'homogénéisation des températures selon la revendication 4, caractérisé en ce que le liquide remplissant l'anneau creux est du sodium.

