

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 74 29650**

---

⑤④ Calorifuge métallique.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). F 16 L 59/02; G 21 C 13/02.

②② Date de dépôt ..... 30 août 1974, à 15 h 11 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. 13 du 26-3-1976.

---

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

⑦② Invention de : Guy Lemerrier.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Société Brevatome.

---

La présente invention est relative à un calorifuge métallique, destiné plus particulièrement quoique non exclusivement, à être utilisé dans un réacteur nucléaire à neutrons rapides, en vue d'assurer une protection thermique de la dalle de fermeture obturant la partie supérieure de l'enceinte d'un tel réacteur, cette enceinte contenant elle-même une cuve métallique ouverte, à paroi latérale cylindrique et à axe vertical, contenant à son tour une masse d'un métal liquide, habituellement du sodium, pour le refroidissement du coeur de ce réacteur.

L'invention s'applique dans ce cas plus spécialement lorsque la dalle de fermeture surmontant le niveau libre du métal liquide dans la cuve est séparée de celui-ci par une couche d'un gaz inerte, généralement de l'argon, la dalle étant elle-même constituée par une paroi cylindrique horizontale de béton, chemisée latéralement par une virole parallèle à la paroi de la cuve, reliée contre la surface de la dalle en contact avec le gaz inerte à une semelle métallique, la virole et la semelle de préférence en acier inoxydable étant associées à un circuit de refroidissement prévu dans l'épaisseur de la paroi de béton.

Dans les réacteurs nucléaires à neutrons rapides refroidis au sodium, on sait, par ailleurs, que la température dans l'atmosphère de gaz neutre surmontant le métal liquide dans la cuve, est généralement de l'ordre de 500°C, ce qui conduit à la formation dans ce gaz d'aérosols et de vapeurs susceptibles de venir, si aucune précaution n'était prise, au contact direct de la semelle de la dalle ou de sa virole latérale, en risquant d'endommager rapidement ces éléments par suite des effets de la corrosion d'une part et des contraintes mécaniques dues aux dilatations thermiques différentielles d'autre part, la virole et la dalle étant maintenues par leur circuit propre de refroidissement à une valeur moyenne d'environ 60°C.

L'invention concerne plus particulièrement un calorifuge métallique, de conception très simple, permettant notamment une fabrication aisée à faible prix de revient,

ce calorifuge étant tout spécialement adapté à constituer un revêtement pour la dalle de fermeture dans ses parties dirigées vers l'intérieur de la cuve, en contact avec le gaz inerte surmontant le niveau du métal liquide de refroidissement.

5 A cet effet, le calorifuge considéré se caractérise en ce qu'il se présente sous la forme de sacs fermés, constitués par une masse élastique métallique, comprimée dans une enveloppe externe formée d'une toile métallique à mailles fines.

10 De préférence, la masse métallique est constituée par de la laine d'acier inoxydable, bourrée dans l'enveloppe. En variantes, cette masse métallique peut comporter des tampons, copeaux, tricots, lamelles, tournures  
15 sées, susceptibles d'être convenablement compactés dans l'enveloppe externe. Enfin, les sacs comptant avantageusement au sein de la masse métallique comprimée une tôle mince inerte apte à réduire les mouvements de convection thermique à la traversée desdits sacs.

20 La réalisation ainsi envisagée d'un calorifuge métallique combinant une masse métallique élastique interne compressible et une enveloppe externe à mailles fines, présente plusieurs avantages. Notamment, la présence de la  
25 masse métallique permet d'assurer l'isolement thermique souhaité avec une conductivité ajustée à une valeur déterminée en fonction de la densité apparente de la masse compactée dans l'enveloppe. Cette densité ne doit pas être trop élevée pour éviter une conduction directe par le matériau lui-même, ni trop faible pour s'affranchir des mouvements de convection.  
30 Par ailleurs et dans le cadre de l'application plus spécialement envisagée, l'enveloppe en toile métallique à mailles fines permet d'assurer l'étanchéité des sacs de calorifuge vis-à-vis des vapeurs ou aérosols du métal liquide de refroidissement, par effet de capillarité entre les mailles de la toile,  
35 réalisant le piègeage des gouttelettes condensées, la taille des mailles étant choisie telle que les variations de pression dans le gaz inerte dans la cuve soient toujours inférieures aux forces de capillarité du métal liquide mouillant les

mailles de la toile des sacs de calorifuge. Enfin, la fabrication des sacs peut être réalisée dans les conditions les plus simples, avec des coûts de production restreints, les matériaux utilisés ne nécessitant aucune préparation spéciale. La forme  
5 des sacs de calorifuge peut être aisément déterminée en fonction de celle de la paroi ou surface à protéger, contre laquelle ils sont appliqués en étant convenablement juxtaposés pour couvrir l'ensemble de celle-ci. Dans le cas d'une dalle de fermeture pour  
10 rifuge est avantageusement comprimé contre la paroi de la dalle par une plaque mince de couverture, rendue solidaire de cette paroi au moyen de tirants de support fixés contre celle-ci et associés à des écrous ou analogues en appui contre la plaque de couverture.

15 Dans un mode de réalisation préféré, les sacs présentent un profil sensiblement parallélépipédique à base carrée ou rectangulaire (éventuellement tronquée selon les rayons de courbure de la dalle dans sa périphérie ou aux limites des discontinuités qu'elle peut comporter), les tirants  
20 de support étant disposés perpendiculairement à la paroi de la dalle entre quatre sacs voisins, de façon telle que l'écrou associé à chaque tirant assure le serrage simultané des coins des quatre plaques de couverture appliquées contre les quatre sacs.

25 Les sacs calorifuges réalisent ainsi, par capillarité du métal liquide de refroidissement piégé dans les mailles des enveloppes, une barrière sensiblement étanche sur la face des sacs en contact avec le gaz inerte, c'est-à-dire sur la face chaude du revêtement calorifuge et également entre  
30 les sacs voisins en contact mutuel, du fait de leur compression limitée contre la paroi de la dalle sous l'effet des plaques de couverture et des écrous de serrage associés aux tirants de support. Cette barrière a pour but de limiter ou même d'annuler la migration des condensats de métal liquide au  
35 sein de la texture de la masse comprimée dans l'enveloppe des sacs, les conditions de température imposées à la paroi de la dalle (60°C environ) interdisant de plus la progression du

métal à l'état liquide vers cette paroi et la face froide en contact du revêtement. Par ailleurs et nonobstant le rôle de barrière d'étanchéité joué par l'enveloppe externe, les sacs calorifuge assurant l'isolement thermique désiré entre les  
5 faces chaude et froide du revêtement, grâce à la masse métallique interne dont la densité propre est convenablement ajustée par le taux de compression adopté.

D'autres caractéristiques et avantages d'un calorifuge métallique établi conformément à l'invention,  
10 apparaîtront encore à travers la description qui suit de divers exemples donnés à titre indicatif et non limitatif, concernant d'une part la réalisation propre dudit calorifuge et d'autre part son application dans le cadre d'un revêtement de protection pour la dalle de fermeture d'un réacteur nucléaire  
15 à neutrons rapides. Sur les dessins annexés :

- les Fig. 1 et 2 sont des vues en perspective partiellement arrachées de deux variantes de réalisation de sacs de calorifuge selon l'invention,

- la Fig. 3 est une vue en coupe longitudinale partielle de la dalle de fermeture d'un réacteur nucléaire à neutrons rapides, représentée munie d'un revêtement de protection constitué par un assemblage de sacs de calorifuge selon l'invention,

- la Fig. 4 est une vue partielle de dessous  
25 du revêtement selon la Fig. 3.

Comme représenté sur la Fig. 1, le calorifuge métallique considéré se présente sous la forme de sacs fermés, constitués d'une enveloppe externe 2 en une toile métallique à mailles fines, fermée sur elle-même, cette enveloppe contenant  
30 une masse interne métallique 3, convenablement compactée dans le sac. La masse 3 est de préférence réalisée en laine d'acier inoxydable, bourrée à l'intérieur de l'enveloppe, mais peut être également obtenue à partir de tout élément du même genre sous forme suffisamment divisée et en particulier au moyen de  
35 tampons, tricots, tournures, copeaux métalliques, etc... La densité du matériau formant la masse 3 comprimée à l'intérieur de l'enveloppe 2 est dans tous les cas choisie de telle sorte que la convection naturelle à travers le sac aussi bien que sa conductibilité thermique soient ajustées à des valeurs optima-  
40 les, pour les conditions d'emploi prévues pour le calorifuge.

En particulier, la densité apparente de la masse 3 doit être déterminée pour que le transfert de chaleur à travers le sac soit le plus faible possible, sans introduire de mouvements de convection préjudiciables à l'efficacité globale du calorifuge. Avantageusement, la masse interne 3 incorpore une tôle métallique transversale 3a, limitant encore la convection à travers le sac.

Dans l'exemple représenté sur la Fig. 1, le sac considéré se présente sous la forme approximative d'un parallélépipède à base carrée ou rectangulaire. Dans la variante illustrée sur la Fig. 2, le sac de calorifuge, présente la forme d'un boudin cylindrique ou d'un secteur de tore à faible rayon de courbure. On conçoit cependant que, du fait de la simplicité même de la structure des sacs envisagés, il soit possible de donner à ceux-ci toute forme souhaitée, notamment bien adaptée à celle de la paroi ou surface à protéger et contre laquelle ces sacs sont destinés à être appliqués.

De préférence, les sacs de calorifuge selon l'invention sont précisément adaptés pour assurer la protection d'une dalle de fermeture d'un réacteur nucléaire, dont la Fig. 3 illustre partiellement une vue en coupe. De façon en elle-même classique, cette dalle est constituée par une paroi horizontale en béton 4, chemisée dans sa surface externe par une semelle inférieure 5 et par une virole latérale 6 en acier inoxydable. Ces parties de la dalle sont convenablement refroidies par des tubes 4a, noyés dans le béton 4 de la dalle au voisinage de leur surface de contact et parcourus par un courant de réfrigérant approprié. La dalle ainsi réalisée est notamment prévue pour fermer la partie supérieure d'une cuve 7 d'un réacteur à neutrons rapides (non représenté), contenant en particulier une masse suffisante d'un métal liquide de refroidissement, elle-même surmontée dans la cuve par une atmosphère de gaz inerte, généralement de l'argon, en contact avec la semelle 5 et la virole latérale 6 de la dalle. Sur le dessin, la zone remplie de gaz inerte sous la dalle est schématiquement désignée par la référence A.

Afin d'assurer la protection thermique de cette dalle 4, en particulier des parties métalliques 5 et 6 de celle-ci vis-à-vis des aérosols du métal liquide de refroidissement, dans la région A de la cuve 7, en évitant en outre que le gradient thermique entre la dalle elle-même refroidie (60°C, et l'atmosphère de gaz neutre en contact portée à plus haute température (500°C), ne soit préjudiciable à la tenue mécanique de la dalle et de la cuve 7 dans sa surface avoisinante, on prévoit selon l'invention de disposer contre cette dalle dans ses parties dirigées vers l'atmosphère de gaz, un revêtement calorifuge utilisant les sacs précédemment décrits. A cet effet, on applique directement contre la dalle une série de tels sacs, convenablement juxtaposés pour couvrir toutes les surfaces à protéger et désignés respectivement sur le dessin par les références 8 et 8a selon qu'ils s'appliquent contre la semelle inférieure 5 ou la virole latérale 6. Les sacs 8, de préférence à section carrée, sont associés à des plaques minces de couverture inférieures 9 de même profil, permettant de les comprimer légèrement contre la semelle 5 et en particulier d'assurer, grâce à cette compression limitée, un appui sensiblement continu entre deux sacs voisins selon leurs surfaces de contact 10, pour obtenir au total un revêtement sensiblement uniforme (Fig. 4). Par ailleurs et afin de maintenir ces plaques de couverture 9 appuyées contre les sacs, celles-ci sont associées à des tirants de support 11, munis d'ailettes en croix 12, pour assurer le positionnement mutuel des sacs, l'extrémité inférieure 13 de ces tirants 11 coopérant avec des coupelles cylindriques d'appui 14 intéressant quatre plaques voisines, vissées et bloquées contre celles-ci, par des écrous 15 de façon telle que le serrage de ces écrous assure la compression convenable des sacs 8. De façon analogue, les sacs 8a sont appliqués selon un revêtement continu contre la virole latérale 6 de la dalle 4 au moyen de tirants 16, soudés contre la surface externe de la virole et coopérant avec des plaques d'appui latérales 17, comprimant les sacs sous l'effet de clavettes 18 engagées dans des lumières prévues en bout de ces tirants 16. Ces plaques 17 comportent également à leur partie inférieure, un rebord 19 de suppor-

tage des sacs 8a ; par ailleurs et selon une disposition classique, les plaques 17 peuvent être prolongées par une jupe cylindrique 20 parallèle à la paroi de la cuve 7, plongeant dans un godet 21 monté contre la surface interne de cette cuve et rempli d'un volume convenable de métal liquide, le joint hydraulique ainsi réalisé isolant l'espace compris entre les sacs 8a et la paroi de la cuve dans la partie supérieure de celle-ci, notamment dans la zone (non représentée) où elle s'encastre dans la dalle pour être suspendue sous cette dernière.

Bien entendu, il va de soi que l'invention ne se limite pas aux exemples de réalisation et à l'application plus spécialement décrits et représentés ; elle en embrasse au contraire toutes les variantes.



REVENDICATIONS

1. Calorifuge métallique, caractérisé en ce qu'il se présente sous la forme de sacs fermés, constitués par une masse élastique métallique, comprimée dans une enveloppe externe formée d'une toile métallique à mailles fines.
- 5 2. Calorifuge métallique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la masse métallique est constituée par de la laine d'acier inoxydable, bourrée dans l'enveloppe.
- 10 3. Calorifuge métallique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la masse métallique est constituée par des tampons, copeaux, tricots, lamelles, tournures ou autres éléments métalliques sous forme relativement divisée.
- 15 4. Calorifuge métallique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les sacs comportent au sein de la masse métallique comprimée une tôle mince interne.
- 20 5. Dispositif de calorifugeage, notamment d'une dalle de fermeture pour réacteur nucléaire à neutrons rapides, caractérisé en ce qu'il comporte une pluralité de sacs de calorifuge juxtaposés, selon l'une quelconque des revendications 1 à 3.
- 25 6. Dispositif de calorifugeage selon la revendication 5, caractérisé en ce que chaque sac de calorifuge est comprimé contre la paroi de la dalle par une plaque mince de couverture rendue solidaire de cette paroi au moyen de tirants de support fixés contre celle-ci et associés à des écrous ou analogues en appui contre la plaque de couverture.
- 30 7. Dispositif de calorifugeage selon la revendication 6, caractérisé en ce que les sacs présentent un profil sensiblement parallélépipédique à base carrée ou rectangulaire, les tirants de support étant disposés perpendiculairement à la paroi de la dalle entre quatre sacs voisins, de façon telle que l'écrou associé à chaque tirant assure le serrage simultané des coins des quatre plaques de couverture appliquées contre les quatre sacs.

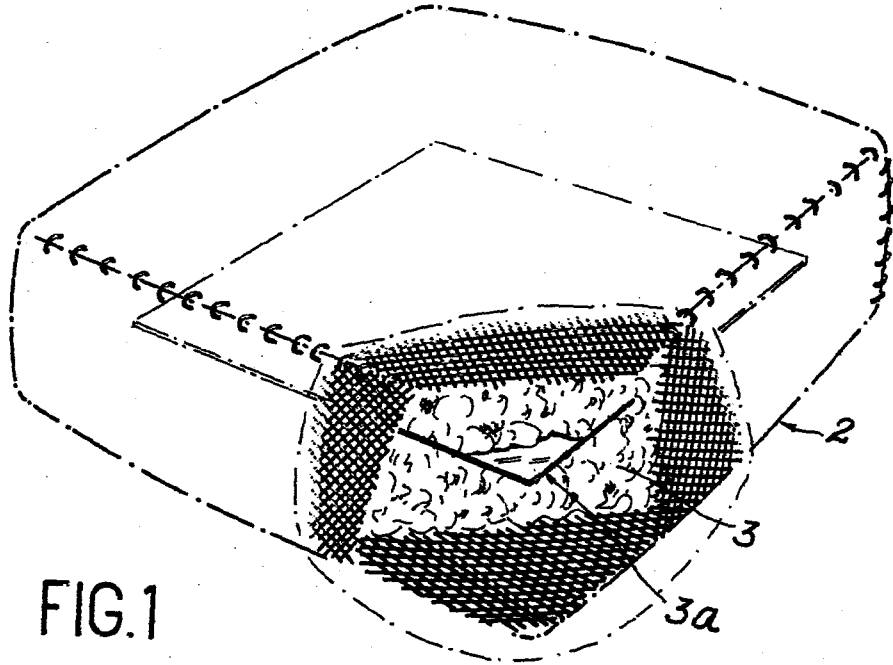


FIG. 2

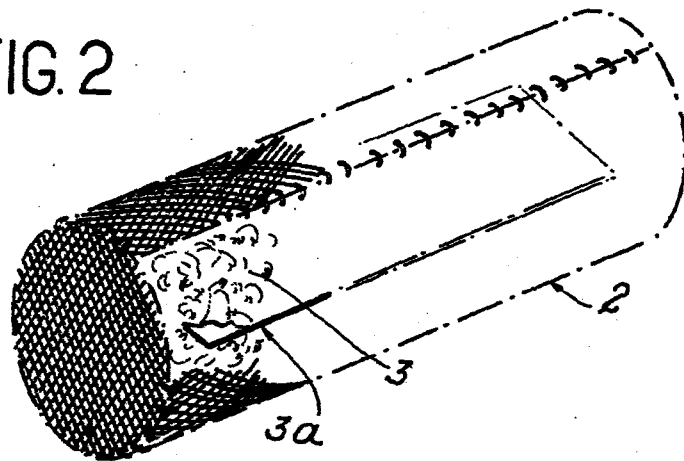


FIG. 3

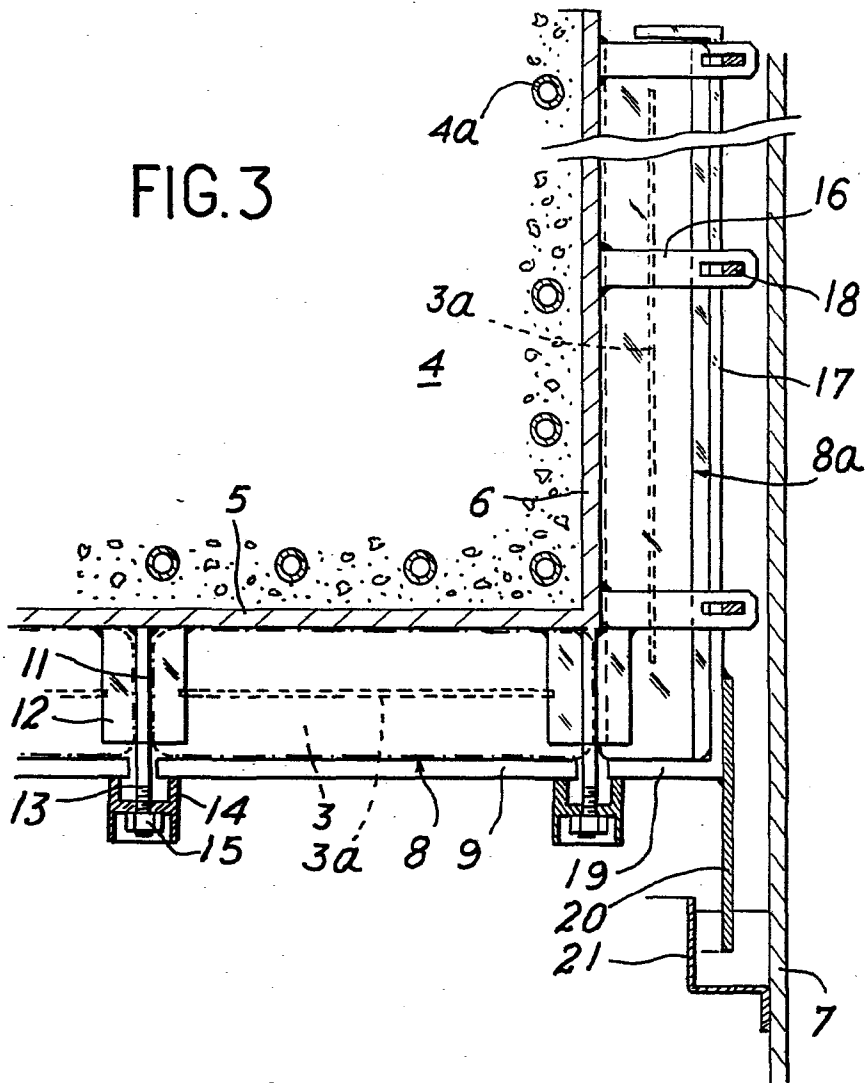


FIG. 4

