

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②①

N° 81 09612

⑤④ **Structure calorifuge pour dispositif de production de chaleur.**

⑤① **Classification internationale (Int. Cl.³). F 16 L 59/00; G 21 C 11/08.**

②② **Date de dépôt..... 14 mai 1981.**

③③ ③② ③① **Priorité revendiquée :**

④① **Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 46 du 19-11-1982.**

⑦① **Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, établissement de caractère scienti-
fique, technique et industriel, résidant en France.**

⑦② **Invention de : Didier Costes.**

⑦③ **Titulaire : Idem ⑦①**

⑦④ **Mandataire : Brevatome,
25, rue de Ponthieu, 75008 Paris.**

La présente invention se rapporte aux structures calorifuges utilisées autour de dispositifs de production de chaleur, tels que les chaudières en général et les réacteurs nucléaires en particulier ainsi que les différentes tuyauteries ou accessoires qui, fonctionnant en liaison avec une telle chaudière, sont généralement pourvus à leur surface de contact avec le milieu environnant, d'une couche plus ou moins épaisse de matériaux calorifuges.

Cette structure calorifuge a pour rôle habituel, dans des installations de ce genre, de limiter le transfert du flux thermique depuis une paroi chaude jusqu'aux structures environnantes qui enveloppent le dispositif de production de chaleur, ou des circuits parcourus par des fluides chauds utilisés en liaison avec ce dernier. Une telle structure permet ainsi d'une part de limiter la puissance thermique perdue par rayonnement et convection et d'autre part limiter l'importance des échangeurs généralement nécessaires pour refroidir lesdites structures environnantes, c'est-à-dire évacuer la chaleur qui, malgré tout, a quand même traversé la structure calorifuge.

Des chaudières de production d'énergie thermique telles que rappelées précédemment présentent parfois l'inconvénient suivant. En fonctionnement normal, de tels dispositifs de production de chaleur transmettent vers l'extérieur, à des fins d'utilisation énergétique, la chaleur qu'ils produisent, par l'intermédiaire de systèmes d'échange thermique en soi connu. Si, lors de la défaillance de tels échangeurs, il n'est pas possible de stopper ou au moins de restreindre à un niveau très faible la production de chaleur par le dispositif, il en ré-

sulte alors un échauffement de ce dernier qui peut être dangereux, voire même provoquer sa destruction complète avant qu'il soit possible d'intervenir efficacement.

5 C'est le cas en particulier des réacteurs nucléaires et notamment de ceux refroidis au sodium ; ce dernier métal, contenu généralement dans une cuve d'acier, atteint couramment en fonctionnement normal des températures de l'ordre de 350°C à 550°C. Selon
10 l'emplacement dans des situations accidentelles, où les moyens normaux d'évacuation de la puissance thermique de telles centrales nucléaires se trouvent hors de fonctionnement ou endommagées, on stoppe le plus rapidement possible la réaction en chaîne dans le
15 coeur du réacteur. Or, il est bien connu, que même après l'arrêt neutronique du réacteur, ce dernier continue à dégager une puissance résiduelle à décroissance lente susceptible d'échauffer rapidement et dangereusement le réacteur si des moyens de re-
20 froidissements de secours ne sont pas disponibles. Par ailleurs, comme dans le but évident d'éviter en fonctionnement normal des pertes thermiques inutiles, toutes les structures de la cuve et des échangeurs de chaleur sont soigneusement calorifugées, il
25 en résulte que l'existence de ce calorifuge est un obstacle complémentaire à l'établissement d'un régime de refroidissement spontané par rayonnement et convection.

C'est la raison pour laquelle on a déjà pro-
30 posé l'utilisation de moyens de refroidissement installés au voisinage immédiat des structures qui enveloppent les circuits de confinement du métal liquide chaud mais ceci pour être efficace nécessite l'utili-
sation de structures calorifuges dont l'efficacité
35 diminue lorsque la température s'élève. En effet, pour qu'un refroidissement de secours puisse s'éta-

blir il est nécessaire que les couches calorifuges disposées autour des circuits chauds laissent passer un flux thermique suffisant lorsque la température des circuits s'est accrue jusqu'à dépasser une certaine valeur admissible qui peut être, par exemple, la température d'ébullition du sodium (882°C).

C'est ainsi que dans le cas du réacteur surrégénérateur français Phénix situé à Marcoule, on a utilisé à cet effet divers matériaux calorifuges dont les transmissivités thermiques croissent rapidement avec la température (notamment comme la puissance quatrième de la température absolue) compte tenu à ce moment de la prédominance des échanges thermiques par effet de rayonnement ; à une certaine température également, on peut compter pour l'évacuation des calories sur l'accroissement du facteur de rayonnement relatif au corps noir. Quoi qu'il en soit, de tels effets physiques qui ont été mis à profit pour le réacteur Phénix sont notoirement insuffisants pour l'obtention des mêmes effets sur les réacteurs de plus grande puissance (1200 MW et plus) actuellement envisagés.

La présente invention a précisément pour objet une structure calorifuge pour la protection de dispositifs de production de chaleur qui permet, tout en étant d'une réalisation très simple, l'établissement d'un flux thermique très augmenté lorsque la paroi chaude de l'installation à surveiller atteint ou même dépasse une température considérée a priori comme critique.

Cette structure calorifuge du genre de celle qui étant fixée sur la face interne d'une paroi de supportage sensiblement verticale, bonne conductrice de la chaleur et dont la face externe est refroidie par tout moyen connu, entoure un dispositif

de production de chaleur, se caractérise en ce qu'au moins certaines de ses parties sont constituées de matériaux perdant par fusion ou ramollissement thermique les caractéristiques mécaniques nécessaires au
5 maintien de la structure calorifuge sur sa paroi de supportage, dès lors que ces parties sont soumises à un échauffement accidentel au-delà des conditions normales de fonctionnement du dispositif, ce qui permet l'écroulement par gravité de la couche calorifuge
10 et l'obtention d'une fuite thermique accrue favorable à la sûreté dudit dispositif en permettant l'évacuation de la chaleur qu'il produit.

On voit immédiatement l'intérêt d'une telle structure qui est d'être capable de se détruire
15 spontanément par fusion et/ou ramollissement de certaines de ses parties constituantes qui chutent alors par gravité, laissant ainsi la place à la paroi de supportage elle-même qui est conçue en matériau suffisamment conducteur de la chaleur pour transmet-
20 tre le flux thermique résiduel qui continue à se dégager du dispositif de production de chaleur et le transmettre à un échangeur de chaleur d'un type classique, situé sur son autre face.

Selon un mode de mise en oeuvre particulièrement intéressant de la présente invention, la
25 structure calorifuge comprend plusieurs couches de plaques rectangulaires munies de perforations, lesdites plaques ayant chacune des bords supérieur et inférieur horizontaux terminés par des biseaux en
30 pente descendante à partir de la paroi de supportage et étant fixées sur celle-ci par empilement à joints contrariés, au moyen de tirants également en pente descendante, traversant lesdites perforations et comportant un système d'ancrage en matériau fusible.

Dans ce mode de mise en oeuvre, les différentes plaques rectangulaires qui recouvrent la face interne de la paroi de supportage sont munies de bords supérieur et inférieur taillés en biseau et en-
5 filés sur des tirants également en pente descendante de façon à pouvoir chuter par gravité sans problème, dès que le système d'ancrage, constitué en matériau fusible, a libéré les plaques du serrage auquel elles étaient soumises.

10 De préférence, les plaques de la structure calorifuge précédentes sont constituées en un matériau isolant minéral rigide, par exemple à base d'alumine, de magnésie ou de silice, renforcé éventuellement par des fibres.

15 Dans une variante de mise en oeuvre de la présente invention, les plaques rectangulaires constituant les différentes couches de la structure calorifuge sont constituées par une enveloppe rigide relativement mince terminée en haut et en bas par des rebords pliés en biseau, et un remplissage entre ces
20 rebords constitué par un matériau isolant souple. Le matériau isolant souple peut être réalisé à l'aide de fibres minérales.

25 Selon une caractéristique particulière de la structure calorifuge précédente, la fixation sur la face interne de la paroi de supportage de ladite structure est effectuée par un système d'ancrage composé d'écrous de serrage en matériau fusible, vissés sur des tirants filetés. Dans ce cas particulier, il
30 peut être intéressant, pour assurer le glissement sans problème des plaques calorifuges après une montée en température anormale provoquant la fusion des écrous de serrage, de prévoir des arêtes légèrement émoussées pour réaliser le filetage de chaque tirant.
35 Le système d'ancrage en matériau fusible est placé

directement sur la face de la couche calorifuge opposée à sa paroi de supportage, et c'est l'extrémité non filetée de chaque tirant qui est soudée à cette paroi.

5 Dans une autre réalisation de protection de la paroi chaude elle-même, on prévoit, par exemple, des écrous en acier soudés à cette paroi et l'on fixe les différentes plaques isolantes de la structure calorifuge par des vis en alliage fusible qui pénètrent
10 dans ces écrous.

Selon l'invention, le matériau fusible utilisé peut être notamment un alliage d'aluminium et de magnésium ou un bronze ou un cuproaluminium.

Pour permettre le glissement des plaques
15 par gravité après la fusion des écrous, le diamètre courant des tirants doit être au moins égal à celui de leur partie filetée et l'on peut également, si nécessaire, constituer les tirants par des pièces tubulaires pour réduire davantage encore la fuite thermique qui s'effectue par les tirants eux-mêmes.
20

Enfin, la présente invention a également pour objet deux applications particulières de la structure calorifuge précédente à la protection thermique d'une installation nucléaire.

25 Dans une première application, on entoure la cuve du réacteur d'une structure calorifuge conforme à l'invention, ce qui permet, lors d'une défaillance des moyens de refroidissement normaux de ce réacteur, d'obtenir l'évacuation de la puissance résiduelle de ce dernier vers l'extérieur par conduction et rayonnement au travers de la paroi de supportage constitué par exemple en acier et par conséquent
30 bonne conductrice de la chaleur.

Dans une deuxième application de la structure calorifuge, on protège, à l'aide de celle-ci,
35

des parties d'un réacteur nucléaire autre que la cuve principale, consistant à entourer lesdites parties qui se trouvent plus hautes que la cuve principale d'une structure calorifuge précédemment décrite, ce
5 qui permet ainsi en cas d'accident le retour par gravité vers la cuve du liquide de refroidissement condensé.

De toute façon, l'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de plusieurs modes de mise en oeuvre de la structure calorifuge, description qui sera faite en se référant aux
10 figures 1 à 4 ci-jointes sur lesquelles :

- la figure 1 représente en coupe le schéma de principe d'une structure calorifuge selon l'invention, comportant plusieurs couches maintenues en place
15 par un système d'ancrage fusible ;
- la figure 2 présente une variante possible de réalisation des différentes couches de la figure 1 ;
- la figure 3 représente une variante de réalisation de la structure calorifuge de la figure 1, dans laquelle le système d'ancrage en un matériau fusible est placé directement sur la paroi chauffante elle-même ;
20
- la figure 4 montre l'application de la structure calorifuge objet de l'invention dans une installation nucléaire ;
25

On voit sur la figure 1, la paroi chaude 1 d'un dispositif de production de chaleur (non représenté) qui rayonne des calories vers l'extérieur selon le système de flèches ondulées F. A une certaine distance derrière cette paroi chaude 1, se situe une paroi de supportage verticale 2 également bonne conductrice de la chaleur et réalisée par exemple en acier. La partie externe de cette paroi de supportage
30 2 comporte un circuit 3 d'évacuation des calories qui

est de tout type connu et ne sera pas décrit plus en détail car il ne fait pas partie de la présente invention.

En revanche, la face interne de la paroi de supportage 2, tournée vers la paroi chaude 1, est équipée d'une structure calorifuge fusible conforme à la présente invention. Cette structure calorifuge comporte un certain nombre de plaques réfractaires telles que 4, réalisées en un matériau isolant minéral rigide. Ces plaques sont munies d'un certain nombre de perforations telles que 5 traversées par des tirants de fixation 6 soudés à leurs extrémités supérieures en 7 sur la face interne de la paroi de supportage 2 ; les différents tirants 6 sont inclinés en pente descendante à partir de la paroi de supportage 2 et servent à maintenir, à l'aide de cales 8 et d'écrous 9 vissés sur les extrémités filetées 10 de chacun des tirants 6, les plaques de calorifuge réfractaire 4. Ces plaques comportent des bords inférieur et supérieur 11 comportant des biseaux taillés en pente descendante et elles sont fixées par les tirants 6 et les écrous 9 par empilement à joints contrariés, de façon que les différentes jonctions en biseaux 11 ne permettent pas de court-circuit thermique depuis l'extérieur jusqu'à la paroi de supportage 2. Les écrous 9 sont constitués conformément à l'invention en un matériau fusible, tel que par exemple l'alliage magnésium-aluminium et ils sont tournés vers la paroi chaude 1 renfermant le dispositif de production de chaleur.

Une telle structure fonctionne de la manière suivante : lorsque l'échauffement de la paroi 1 dépasse un certain seuil acceptable que l'on s'est fixé d'avance, les écrous 9 commencent par se ramollir puis ils fondent libérant ainsi les pièces 8 et

les différentes plaques 4 qui, compte tenu de leur taille en biseau et de la pente descendante des tirants 6, tombent spontanément par gravité, libérant ainsi la surface interne de la paroi de supportage 2.

- 5 Celle-ci reçoit alors directement le flux thermique F en provenance de la paroi chaude 1 et le transmet à l'extérieur d'où le dispositif 3 d'évacuation des calories peut alors l'entraîner vers l'extérieur.

- 10 Un cas typique d'application d'une structure de ce genre est celle de la protection d'un réacteur nucléaire à neutrons rapides refroidis au sodium liquide. Dans ce cas, la paroi chaude 1 n'est autre que la cuve du réacteur lui-même contenant le sodium normalement maintenu à une température de 15 l'ordre de 500°C par exemple, et la paroi de supportage 2 est une jupe cylindrique en acier d'axe vertical qui entoure la cuve 1 chaude du réacteur. Dans le cas où un accident priverait le réacteur du fonctionnement de ses échangeurs de chaleur, la puissance résiduelle du réacteur serait capable, même après un 20 arrêt total de la réaction en chaîne, de dégager suffisamment de calories pour permettre au sodium liquide d'atteindre la température d'ébullition de 882°C. Pour prévenir une telle situation, on peut choisir 25 l'alliage fusible constitutif des boulons 9 en un matériau tel que la destruction spontanée de la structure calorifuge composée des différentes couches réfractaires 4 ait lieu lorsque la cuve atteint une température d'environ 700°C, de manière à intensifier 30 son refroidissement par les systèmes extérieurs d'échanges de chaleur 3, d'un type connu, situés extérieurement à la jupe cylindrique 2. A titre d'exemple, les tirants obliques 6 sont réalisés en acier inoxydable et peuvent supporter des efforts individuels de 100 Newton, avec des filetages de diamètre 35

de 10 mm et des hauteurs d'écrous 9 de 10 mm. Avec les grandeurs précédentes, on obtient une section de cisaillement de 314 mm^2 et la contrainte de cisaillement correspondante n'est que de 0,31 Mpa ce qui ne correspond qu'à une très faible distorsion par fluage pour un alliage en aluminium magnésium qui serait porté à 500°C pendant une période de l'ordre de 30 ans, cet alliage fondant par ailleurs à 660°C . On peut également, selon l'invention, utiliser comme alliage fusible des bronzes (le bronze de composition 45% de Cu et 55% d'étain fond à 640°C) ou des cuproaluminiums (l'alliage comportant 65% de Cu et 35% d'Al a un point de fusion voisin de 700°C). Les plaques 4, de forme générale rectangulaire ou carrée, sont réalisées en un matériau isolant solide de type connu, par exemple à base d'alumine, de magnésie ou de silice, éventuellement renforcé par des fibres. Dans le cas présentement décrit d'un réacteur nucléaire refroidi au sodium liquide, il est intéressant de choisir un matériau à base de silice, car ce matériau se désagrège chimiquement au contact du sodium liquide ; dans le cas où, une fissure ou une rupture de la paroi chaude venant à se produire, le sodium chaud se répandrait à l'extérieur, on peut de cette façon obtenir la destruction de la structure calorifuge même sans échauffement anormal du réacteur. Selon l'invention, les petites faces supérieure et inférieure 11 des différentes plaques sont taillées en biseau, par exemple à 45° , en pente descendante à partir de la paroi de supportage 2. Les différents tirants 6 sont inclinés à la même pente par rapport à la verticale que les bords biseautés 11 précédents. Lors de la fusion des écrous 9 par suite d'une montée anormale de la température, les plaques 4 correspondantes tombent dans l'espace situé entre la structure calorifu-

ge et la paroi chaude 1 et s'entassent plus ou moins brisées dans un espace inférieur non représenté.

Dans certains cas, une réalisation conforme à celle de la figure 1 peut conduire à des difficultés lorsque le gradient thermique élevé que subissent les différentes plaques 4 dans le sens de leur épaisseur, crée des déformations importantes d'origine thermique sur les plaques et impose par conséquent des efforts de fatigue importants sur les écrous fusibles 9. Pour cette raison, il est parfois préférable d'avoir recours à un autre mode de réalisation des plaques isolantes 4 représentées sur la figure 2. Dans ce mode de mise en oeuvre, les plaques d'acier 12 sont beaucoup plus minces et relativement bonnes conductrices de la chaleur, et elles sont séparées les unes des autres par des isolants souples 13 constitués par exemple de fibres minérales. Le gradient thermique dans l'épaisseur des plaques 12 étant très réduit, les courbures obtenues par déformation sont faibles et l'on peut, de ce fait, accroître les dimensions individuelles de chacune des plaques 12 sans risquer de contraintes trop élevées ; si des interstices apparaissent du fait de certaines déformations entre deux plaques consécutives, l'isolant souple 13 les compense en grande partie. Comme dans la réalisation précédente de la figure 1, il est nécessaire de munir les plaques 12 de rebord supérieur et inférieur 11 taillées en biseau selon un profil descendant pour assurer le glissement automatique des plaques 12 et de l'isolant souple 13 en cas de fusion des écrous fusibles 9 qui, d'ailleurs, pour plus de simplicité, n'ont pas été représentés à nouveau sur cette figure 2. Bien entendu l'utilisation de tels calorifuges minéraux soumis à une fatigue mécanique consécutive aux variations de flux thermique,

entraîne la nécessité de prendre des précautions classiques pour vérifier leur tenue au cours du temps et d'assurer par ailleurs la protection contre les différentes poussières qu'ils peuvent émettre. De

5 telles structures calorifuges à plusieurs couches isolantes sont parfaitement adaptées, en particulier à la protection de la jupe métallique froide 2 entourant la cuve 1 d'un réacteur nucléaire à neutrons rapides refroidi au sodium.

10 En se référant maintenant à la figure 3, on va décrire un exemple de mise en oeuvre de l'invention relatif au cas où l'on souhaite calorifuger directement la plaque chaude 1 d'un dispositif de production de chaleur. Dans un cas de ce genre, on uti-

15 lise des écrous en acier 15 fixés à la paroi 1, par exemple par soudure, et l'on fixe les différentes plaques isolantes 4 de la structure calorifuge par des vis en alliage fusible 16 pénétrant dans les écrous 15. Le fonctionnement d'une structure telle

20 que représentée sur la figure 3 est pratiquement identique à celle de la figure 1 puisque, dès qu'il y a élévation de la température, les vis fusibles 16 se ramolissent et fondent libérant ainsi les différentes plaques 4 qui tombent par gravité au pied de la paroi

25 chaude 1.

De telles structures calorifuges placées directement sur des éléments chauds peuvent en particulier être prévues sur des circuits et récipients annexes d'un réacteur nucléaire à neutrons rapides refroidi au sodium. Ces circuits et récipients mon-

30 tant en température comme le reste du réacteur sous l'effet de certains accidents, le refroidissement supplémentaire obtenu lors de l'effondrement automatique de la structure calorifuge contribue, de façon

35 efficace, à la sûreté du réacteur.

En se référant à la figure 4, on décrira un exemple de réalisation de protection calorifuge d'une centrale nucléaire utilisant à la fois des structures conformes à la figure 1 et des structures conformes à la figure 3. En effet, on voit sur cette figure un réacteur nucléaire 17 refroidi au sodium, ce liquide baignant dans une cuve de confinement 1. Une jupe de supportage 2 entoure la cuve 1 et est équipée intérieurement d'une structure calorifuge 18 conforme à celle de la figure 1. Des moyens de refroidissement en soi connu 3 sont placés le long de la jupe de supportage vertical 2 à l'extérieur de celle-ci. Sur cette même figure 4, on a également représenté un récipient 19 de décroissance radioactive et de stockage de l'argon utilisé comme gaz de couverture du sodium liquide contenu dans la cuve 1 du réacteur 17. En cas d'échauffement anormal du sodium contenu dans la cuve 1, ce dernier peut aller jusqu'à l'ébullition et la vapeur de sodium émise se transmet alors au récipient 19 par le conduit de circulation 20 normalement réservé à l'argon. Selon l'invention, la paroi du récipient 19 est recouverte d'une structure calorifuge 21 du type de celle que l'on a représentée sur la figure 3 et est, à son tour, entourée de moyens 3 d'un type en soi connu pour l'évacuation de la chaleur en cas de fusion de la structure calorifuge 21. En effet, lorsque par suite de l'ébullition du sodium dans la cuve 1, l'enceinte 19 s'échauffe anormalement, la structure calorifuge 21 peut fondre et les échangeurs 3 assurent le refroidissement de l'enceinte 19. A ce moment, les vapeurs de sodium qui ont pénétré dans l'enceinte 19 sont condensées et reprises par le plancher 22 de forme conique incurvée vers le bas pour être finalement restituées à la cuve 1 par gravité au travers de la canalisation 20. Bien

entendu, une protection correcte d'une telle installation nucléaire suppose que les moyens de refroidissement ou échangeurs externes 3 situés autour de la cuve 1 et du récipient 19 présentent une grande fiabilité, ce que l'on sait réaliser couramment d'ailleurs à l'aide de solutions parfaitement connues.

REVENDEICATIONS

1. Structure calorifuge, du genre de celles qui étant fixées sur la face interne d'une paroi de supportage (2) sensiblement verticale, bonne conductrice de la chaleur et dont la face externe est refroidie par tout moyen connu (3), entourent un dispositif de production de chaleur, caractérisée en ce qu'au moins certaines (9, 16) de ses parties sont constituées de matériaux perdant par fusion ou ramollissement thermique les caractéristiques mécaniques nécessaires au maintien de la structure calorifuge sur sa paroi de supportage, dès lors que ces parties sont soumises à un échauffement accidentel au-delà des conditions normales de fonctionnement du dispositif, ce qui permet l'écroulement par gravité de la couche calorifuge et l'obtention d'une fuite thermique accrue favorable à la sûreté dudit dispositif en permettant l'évacuation de la chaleur qu'il produit.

2. Structure calorifuge selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend plusieurs couches de plaques rectangulaires (4) munies de perforations (5), lesdites plaques ayant chacune des bords supérieur et inférieur horizontaux (11) terminés par des biseaux en pente descendante à partir de la paroi de supportage (2) et étant fixées sur celle-ci par empilement à joints contrariés, au moyen de tirants (6) également en pente descendante, traversant lesdites perforations et comportant un système d'ancrage (9) en matériau fusible.

3. Structure calorifuge selon la revendication 2, caractérisée en ce que lesdites plaques (4) sont constituées en un matériau isolant minéral rigide.

4. Structure calorifuge selon la revendication 2, caractérisée en ce que lesdites plaques (12) comportent une enveloppe externe rigide relativement mince, terminée en haut et en bas par des rebords (11) pliés en biseau, et un remplissage entre ces rebords constitué par un matériau isolant souple (13).

5. Structure calorifuge selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisée en ce que sa fixation sur la face interne de la paroi de supportage est effectuée par un système d'ancrage comportant des écrous de serrage (9) en matériau fusible vissés sur des tirants filetés (6).

6. Structure calorifuge selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisée en ce que ledit système d'ancrage (9) en matériau fusible est placé sur la face de la couche opposée à sa paroi de supportage (2), l'extrémité non filetée de chaque tirant (6) étant soudée à cette paroi.

7. Structure calorifuge selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisée en ce que ledit système d'ancrage (16) en matériau fusible est placé sur la paroi de supportage (2) elle-même.

8. Structure calorifuge selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 précédentes, caractérisée en ce que le matériau fusible est un alliage d'aluminium et magnésium.

9. Application de la structure calorifuge selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 précédentes, à la protection thermique d'un réacteur nucléaire, caractérisée en ce qu'on l'utilise pour entourer la cuve (1) de ce réacteur et évacuer sa puissance résiduelle vers l'extérieur lors d'une défaillance des moyens de refroidissement normaux de ce réacteur.

10. Application de la structure calorifuge selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 précédentes, à la protection thermique des parties d'un réacteur nucléaire autres que la cuve principale, caractérisée en ce qu'on l'utilise pour entourer lesdites parties (19) se trouvant plus haut que la cuve principale (1) et permettant ainsi, en cas d'accident, le retour par gravité vers celle-ci des liquides condensés.
- 5

1,1

FIG. 4

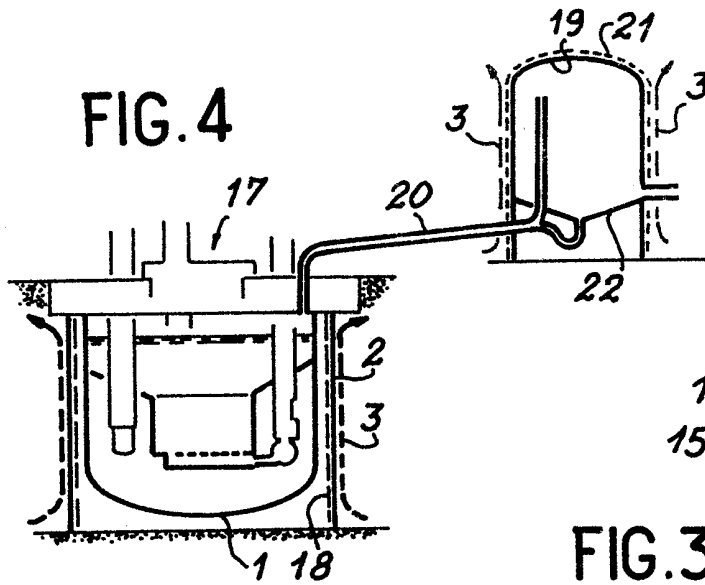


FIG.3

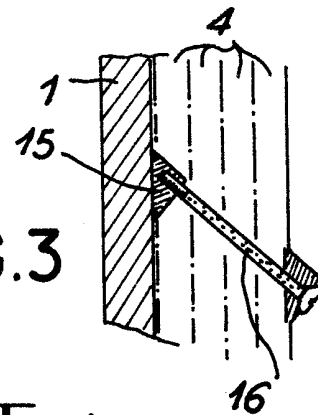


FIG. 2

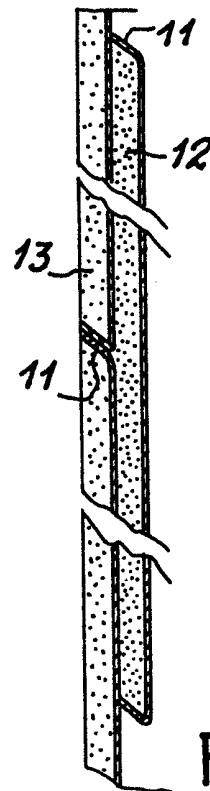


FIG.1

