

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 22606

(54) Procédé et système de limitation des conséquences d'incident dans une centrale nucléaire.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 21 C 9/00, 15/08.

(22) Date de dépôt..... 22 octobre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 16 du 23-4-1982.

(71) Déposant : NAUCHNO-PROIZVODSTVENNOE OBIEDINENIE « ENERGIA », résidant en URSS.

(72) Invention de : B. K. Kudryavtsev, A. Y. Shvets, V. D. Bulynin, B. A. Butareev, N. S. Kamsky,
V. P. Kosenko, A. M. Kapitanov et V. A. Bashilov.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud,
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

Procédé et système de limitation des
conséquences d'incident dans une centrale
nucléaire.

L'invention concerne les centrales nucléaires
de production d'énergie et a notamment pour objet un
procédé de limitation des conséquences d'incident dans
la centrale nucléaire et des systèmes pour le mettre
5 en oeuvre.

On utilise des systèmes de limitation des con-
séquences d'incident, dans une centrale nucléaire com-
prenant une pile nucléaire dont le caloporteur est de
l'eau à haute température et sous pression élevée,
10 pour protéger le milieu environnant contre la pollu-
tion par des substances radio-actives due à des fuites
et à l'ébullition du caloporteur en cas de rupture ou
de défaut d'étanchéité du circuit étanche de calopor-
teur de l'ensemble de la pile ou circuit primaire.

15 On connaît un procédé de limitation des consé-
quences d'un incident dans une centrale nucléaire,
qui consiste à provoquer la condensation de la vapeur
d'eau du mélange vapeur-air formé à cause de la fuite
et de l'ébullition du caloporteur en cas de rupture ou
20 de perte d'étanchéité du circuit étanche de calopor-
teur du bloc pile, par barbotage du mélange vapeur-
eau à travers la couche d'eau et à réduire ainsi l'aug-
mentation de pression après l'incident dans l'envelop-
pe étanche renfermant la pile nucléaire.

25 Il existe un système pour la mise en oeuvre de
ce procédé comportant une enveloppe étanche dans la-
quelle sont placés un bloc pile et un dispositif de
condensation forcée de la vapeur d'eau à partir du mé-
lange vapeur-air formé à la suite de la panne qui est
30 relié audit ensemble.

Ce dispositif de condensation forcée de la va-
peur d'eau est constitué par un local autonome rempli

partiellement d'eau de refroidissement et un système de conduites par lesquelles le mélange vapeur-eau est amené de l'enveloppe étanche sous une couche d'eau du local autonome dans lequel la vapeur d'eau se condense pendant le barbotage du mélange vapeur-eau à travers la couche d'eau. En conséquence, la pression dans l'enveloppe étanche décroît.

Au cas où on fait appel au barbotage du mélange vapeur-air à travers une couche d'eau, la condensation totale de la vapeur d'eau nécessite d'assurer une basse vitesse du mélange vapeur-eau relativement à l'eau de refroidissement.

De ce fait, pour condenser dans l'eau de refroidissement la quantité de vapeur d'eau dégagée à la suite de l'incident, il faut prévoir des surfaces d'eau notables et donc augmenter l'encombrement et le coût du système de limitation des conséquences d'incident.

Il existe aussi un procédé de limitation des conséquences d'incident dans une centrale nucléaire entraînant l'échappement et l'ébullition du caloporteur en cas de rupture ou de perte d'étanchéité du circuit étanche de caloporteur du bloc pile qui consiste à faire se condenser la vapeur d'eau du mélange vapeur-air formé à la suite de l'incident et à réduire ainsi la pression s'élevant en cas d'incident dans l'enveloppe étanche où est placé le bloc pile.

Selon ce procédé, on provoque la condensation de la vapeur d'eau par injection de liquide de refroidissement dans le mélange vapeur-air pour augmenter la vitesse de condensation de la vapeur d'eau par augmentation de la vitesse relative du mélange vapeur-air et du liquide de refroidissement.

Il existe aussi un système pour la mise en oeuvre de ce procédé comportant une enveloppe étanche, dans laquelle est logé un bloc pile, et un dispositif de condensation forcée de la vapeur d'eau du mélange

vapeur-air formé à la suite de l'incident, qui est relié à ce bloc.

Ce dispositif de condensation forcée de la vapeur d'eau est constitué par un récipient contenant un
5 liquide de refroidissement et un dispositif d'injection du liquide de refroidissement et un récipient particulier dans lequel est refoulé à l'aide d'une pompe le mélange vapeur-air, formé à la suite de l'incident.

Dans ce cas, la vitesse relative du mélange
10 vapeur-air et du liquide de refroidissement est limitée par la vitesse que peut donner le moyen amenant le liquide à injecter. De ce fait, la vitesse de condensation reste insuffisante et nécessite d'augmenter notablement l'encombrement du récipient autonome pour
15 qu'on puisse assurer une condensation complète de toute la quantité de vapeur d'eau dégagée à la suite de l'incident.

En outre, il convient de noter que l'efficacité de la protection du milieu environnant à l'aide du système en question de limitation des conséquences d'incident dépend de la fiabilité de fonctionnement des
20 autres systèmes (moyen d'injection de liquide de refroidissement, pompe d'amenée de mélange vapeur-air de l'enveloppe étanche au récipient particulier).

25 L'invention vise à fournir un procédé de limitation des conséquences d'un incident dans une centrale nucléaire à la suite de la fuite et de l'ébullition du caloporteur en cas de rupture ou de perte d'étanchéité du circuit étanche de caloporteur du bloc pile,
30 permettant d'augmenter sensiblement la vitesse de condensation de la vapeur d'eau à partir du mélange vapeur-air, formé à la suite de l'incident et un système de limitation des conséquences d'un tel incident destiné à la mise en oeuvre de ce procédé permettant
35 de réduire notablement l'encombrement du système et d'améliorer la fiabilité de la protection du milieu

environnant contre la pollution par des substances radio-actives résultant de l'incident.

Dans ce but, l'invention propose un procédé de limitation des conséquences d'un incident dans une centrale nucléaire suivie de la fuite et de l'ébullition du caloporteur due à la rupture ou à la perte d'étanchéité du circuit étanche de caloporteur du bloc pile, suivant lequel on fait condenser la vapeur d'eau du mélange vapeur-air dégagé à la suite de l'incident et on réduit ainsi la pression s'élevant après la panne, caractérisé en ce qu'on provoque la condensation forcée de la vapeur d'eau dans un courant associé de liquide, à vitesse supersonique relative du mélange vapeur-air et du liquide créée par l'énergie de la vapeur d'eau formée à la suite de la panne.

l'invention propose également un système de limitation des conséquences d'un incident de centrale nucléaire comportant une enveloppe étanche dans laquelle est logé un bloc pile, et un dispositif, relié à l'enveloppe étanche, de condensation forcée de la vapeur d'eau du mélange vapeur-air formé à la suite de l'incident, caractérisé en ce que le dispositif de condensation forcée de la vapeur d'eau comporte au moins un injecteur comprenant une buse supersonique reliée au volume limité par l'enveloppe étanche, un réservoir de liquide de refroidissement ayant un volume libre de liquide qui est relié audit volume de l'enveloppe étanche et un volume rempli de liquide qui est relié à la chambre de mélange de l'injecteur, et un réservoir de collecte de condensat mis en communication avec le diffusuer de l'injecteur par un élément de fermeture calculé pour une pression déterminée.

Le réservoir de collecte de condensat peut être raccordé au volume limité par l'enveloppe étanche à travers une soupape de retenue pour vidanger le con-

densat depuis le récipient de collecte du condensat vers l'enveloppe étanche.

Il est désirable que l'injecteur, le récipient à liquide de refroidissement et le réservoir de collecte de condensat soient logés dans l'enveloppe étanche dans laquelle est placé le bloc pile.

Il est rationnel que dans l'enveloppe étanche soit placé au moins un séparateur vapeur-air dont la sortie du circuit de vapeur est raccordée à la buse supersonique de l'injecteur tandis que sa buse de sortie d'air est disposée dans la zone de vidange du condensat depuis le réservoir de collecte de condensat vers l'enveloppe étanche.

Le réservoir de liquide de refroidissement peut être de plus relié au volume limité par l'enveloppe étanche par une conduite à soupape de retenue, la sortie de la conduite étant alors disposée dans la zone de vidange du condensat dans l'enveloppe étanche à partir des réservoirs de collecte de condensat.

Si le bloc pile est exécuté selon une conception à boucles multiples, il est avantageux de séparer l'enveloppe étanche par des cloisons en boîtes ou casemates autonomes dont chacune contient au moins une boucle du bloc pile, de réaliser le réservoir de liquide de refroidissement sous forme étanche et de relier son volume libre de liquide et le réservoir de collecte de condensat au volume limité par chaque boîte autonome à l'aide de soupapes de retenue individuelles.

Cette réalisation constructive du système proposé pour limiter les conséquences d'incidents dans les centrales nucléaires mettant en oeuvre le procédé défini plus haut conformément à l'invention, permet d'augmenter la vitesse de condensation de la vapeur d'eau formée à la suite de l'incident, d'améliorer la fiabilité de la protection du milieu environnant contre la pollution par des substances radio-actives

résultant de l'incident et de réduire sensiblement l'encombrement et le coût du système.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'exemples concrets de sa
5 réalisation, en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente un système de limitation des conséquences d'incident dans une centrale nucléaire mettant en oeuvre un procédé conforme à
10 l'invention, en coupe longitudinale ;
- la figure 2 montre une variante de réalisation du système conforme à l'invention, en coupe longitudinale ;
- la figure 3 montre une autre variante de réalisation mettant en oeuvre un procédé conforme à l'in-
15 vention, en coupe longitudinale ;
- la figure 4 est une vue suivant la direction de la flèche A sur la figure 3 ;
- la figure 5 montre encore une autre variante
20 de réalisation en coupe longitudinale ;
- la figure 6 est une coupe suivant la ligne VI-VI sur la figure 5.

Le procédé proposé de limitation des conséquences d'un incident dans une centrale nucléaire suivi
25 de fuite et d'ébullition du caloporteur en cas de rupture ou de perte d'étanchéité du circuit étanche de caloporteur du bloc pile (chaudière nucléaire) consiste à condenser la vapeur d'eau du mélange vapeur-
air formé à la suite de l'incident dans un courant as-
30 socié de liquide à vitesse supersonique relative du mélange vapeur-air et du liquide, créé par l'énergie de la vapeur d'eau formée à la suite de la panne et réduire ainsi l'élévation de la pression après l'in-
cident dans l'enveloppe étanche de confinement.

35 Un exemple concret de mise en oeuvre du procédé

conforme à l'invention sera illustré par la description d'un système de limitation des conséquences d'incident au cas où le bloc pile est disposé dans une enveloppe étanche.

5 Le système proposé de limitation des conséquences d'incident mettant en oeuvre le procédé conforme à l'invention comporte une enveloppe étanche de confinement 1 (figure 1) dans laquelle est placé un bloc pile 2 et qui est reliée par des tubulures 3 et 4 à
10 un dispositif 5 de condensation forcée de la vapeur d'eau formée à la suite de l'incident.

Le bloc pile 2 réalisé selon une conception à plusieurs boucles comprend un équipement dans lequel l'incident provoque des conditions défavorables. L'é-
15 quipement du bloc pile 2 comporte une pile nucléaire ou réacteur nucléaire 6, un circuit étanche de caloporteur 7 constitué par des générateurs de vapeur 8, des pompes 9, des vannes 10, reliées à la pile 6 par la conduite 11. La description énumère l'équipement du
20 bloc pile 2, représenté sur le dessin. Mais il faut prendre en considération que le bloc pile contient aussi un autre équipement, par exemple un système de ventilation qui n'est pas montré sur le dessin, car il ne fait pas l'objet de la présente invention.

25 Le dispositif de condensation forcée 5 de la vapeur d'eau comporte un injecteur 12, un réservoir 13 de liquide de refroidissement 14, eau dans le cas envisagé, et un réservoir de collecte de condensat 15. L'injecteur 12 est constitué par une buse supersonique
30 16, une chambre de mélange 17 et un diffuseur 18, reliés entre eux. La buse supersonique 16 de l'injecteur 12 est mise en communication avec le volume 20 de l'enveloppe étanche 1 par l'intermédiaire du volume 19 libre d'eau du récipient 13 et de la tubulure 3.
35 La chambre de mélange 17 est raccordée à l'eau 14 du récipient 13.

Le diffuseur 18 de l'injecteur 12 est relié au réservoir de collecte de condensat 15 à travers un élément de fermeture calculé pour une pression déterminée, dans la variante envisagée de réalisation à travers une membrane de sûreté 21. En tant que l'élément de fermeture, il est possible d'utiliser des soupapes, des fermetures.

Dans le but de réduire l'encombrement du système, on relie le réservoir de collecte de condensat 15 au volume 20 limité par l'enveloppe étanche 1 au moyen de la conduite 4, sur laquelle est montée une soupape de retenue 22, pour la vidange du condensat du réservoir 15 vers l'enveloppe étanche 1.

Un séparateur de vapeur et d'air 23 est logé dans l'enveloppe étanche 1 et est destiné à assurer un fonctionnement stable de l'injecteur 12 (figure 2) à la fin de la situation d'incident lorsque la quantité de vapeur d'eau arrivant de l'enveloppe étanche 1 commence à décroître à la suite de sa condensation. Dans ce cas, la buse supersonique 16 de l'injection 12 est reliée au volume 20 de l'enveloppe étanche 1 à travers le volume 19 libre d'eau du réservoir 13, la tubulure 3 et le séparateur 23. La sortie 24 de circuit de vapeur est raccordée à la tubulure 3 tandis que la buse d'air 25 est disposée dans la zone de l'enveloppe étanche 1 où se vide le condensat depuis le récipient 15.

Dans la variante de réalisation décrite, le réservoir 13 de liquide de refroidissement 14 est de plus relié au volume 20 de l'enveloppe étanche 1 par une conduite 26 pourvue d'une soupape de retenue 27 ; la sortie de la conduite 26 est alors disposée dans la zone de l'enveloppe étanche 1 où se vidange le condensat depuis le réservoir de collecte de condensat 15, ce qui permet d'obtenir une plus basse température du condensat.

On a décrit un mode de réalisation du dispositif de condensation forcée de la vapeur d'eau à partir du mélange vapeur-air formé à la suite de l'incident qui comporte un injecteur. Toutefois, dans le but de limiter les conséquences d'incident suivie de perte d'é-

5 tanchéité de conduites de diamètres différents du bloc pile, il est nécessaire de monter plusieurs injecteurs dans le dispositif de condensation de la vapeur d'eau.

La figure 3 représente une variante de la réalisation du système conforme à l'invention dans lequel

10 l'injecteur 28, le réservoir 29 de liquide de refroidissement, le volume d'eau 14 et le récipient de collecte de condensat 30 sont logés dans l'enveloppe étanche 31 qui contient le bloc pile 2 comportant la pile

15 nucléaire 32, le circuit étanche de caloporteur 7 possédant des générateurs de vapeur 33, des pompes 34 et des vannes 35, reliées à la pile 32 par la conduite 36. Cette variante de réalisation conforme à l'invention permet de réduire l'encombrement du système de

20 limitation des conséquences d'incident dans la centrale nucléaire.

Selon cette variante de réalisation, pour limiter les conséquences d'un incident à la suite de la perte d'étanchéité de la conduite 36 du bloc pile 2,

25 on loge, dans l'enveloppe étanche 31, des séparateurs de vapeur et d'air 37 dont la sortie 38 de vapeur est raccordée, à travers le volume 19 libre d'eau du réservoir 29, à la buse supersonique 16 des injecteurs 28 tandis que les buses d'air 39 sont disposées dans

30 la zone de vidange du condensat dans l'enveloppe 31 depuis le récipient 30, autrement dit, près de la soupape de retenue 40 pour la vidange du condensat du réservoir 30 dans l'enveloppe 31 montée, dans ce cas, directement dans l'enveloppe du réservoir de collecte de

35 condensat 30.

Le réservoir 29 de liquide de refroidissement 14

est relié, de plus, au volume 20 de l'enveloppe étanche 31 par une conduite 41 (figure 4) pourvue d'une soupape de retenue 42. La sortie de la conduite 41 est placée dans la zone de vidange de condensat dans l'en-
5 enveloppe étanche 31 depuis le réservoir de collecte 30 (figure 3).

La figure 5 montre une variante de réalisation du système conforme à l'invention dans laquelle, pour diminuer la zone d'effet de l'incident et réduire le
10 volume des travaux après la panne, on constitue de façon étanche le réservoir 43 de liquide de refroidissement 14 et on fractionne l'enveloppe étanche 44 par des cloisons distinctes 45 (figure 6) en casemates autonomes 46, qui abritent chacune une boucle 47 du bloc
15 pile 2. Le volume 19 libre de liquide 14 (figure 5) du récipient 43 communique avec le volume interne de chaque casemate autonome 46 par une soupape de retenue individuelle 48. Les volumes des casemates 46 constituent le volume total 20 de l'enveloppe étanche 44.

20 Les buses supersoniques 49 des injecteurs 50 sont reliées au volume de chaque casemate autonome 46 (au volume 20 de l'enveloppe étanche 44) à travers le volume 19 libre de liquide 14 et les soupapes de retenue individuelles 48. Le liquide 14 est relié aux chambres
25 51 de mélange des injecteurs 50. Les diffuseurs 52 des injecteurs 50 sont reliés au réservoir de collecte de condensat 53 à travers un élément de fermeture à membrane de sûreté 54. Le réservoir de collecte de condensat 53 est relié au volume de chaque casemate autonome
30 46 (au volume 20 de l'enveloppe étanche 44) par l'intermédiaire de soupapes de retenue individuelles 55 pour l'évacuation du condensat du récipient 53 dans l'enveloppe 44. Les soupapes 55 sont installées aux extrémités des conduites 56 débouchant dans chaque
35 casemate autonome 46, tandis que les autres extrémités des conduites 56 sont disposées dans le réservoir de

collecte de condensat 53.

On vient de décrire une variante de réalisation du système dont chaque casemate autonome contient une boucle du bloc pile. Cependant, en fonction de l'organisation, il est possible de disposer plusieurs boucles du bloc pile dans chaque casemate.

Le principe de fonctionnement du système proposé de limitation des conséquences d'incident dans une centrale nucléaire est le suivant.

En cas de rupture ou de perte d'étanchéité du circuit étanche 7 (figure 1) du caloporteur du bloc pile 2, le caloporteur fuit dans l'enveloppe étanche 1 et y bout en formant un mélange vapeur-air qui remplit l'enveloppe étanche 1 et parvient, à travers la tubulure 3, au dispositif de condensation forcée 5. A une pression déterminée, la membrane 21 se rompt et le mélange vapeur-air du volume 19 libre d'eau du récipient 13 traverse la buse supersonique 16 de l'injecteur 12 en se refroidissant et en accélérant son mouvement dans la buse 16, puis parvient dans la chambre de mélange 17 de l'injecteur 12. La pression à laquelle se rompt la membrane 21 est choisie pour remplir la condition qu'un régime d'écoulement supersonique du mélange vapeur-air doit s'établir dans la buse 16. Dans ce cas, il s'établit entre la chambre de mélange 17 et le récipient 13 de liquide de refroidissement 14 une chute de pression sous l'action de laquelle le liquide de refroidissement 14 parvient à la chambre de mélange 17 de l'injecteur 12. Dans la chambre de mélange 17, la vapeur d'eau se condense dans le courant associé de liquide de refroidissement, à vitesse supersonique relative du liquide de refroidissement et du mélange vapeur-air. La vitesse de condensation de la vapeur d'eau est en ce cas de plusieurs ordres de grandeur supérieure à la vitesse de condensation constatée dans n'importe quel système

connu, ce qui permet de réduire l'encombrement du système de limitation des conséquences de la panne.

Le condensat parvient ensuite au diffuseur 18 de l'injecteur 12 où l'énergie cinétique du mélange se transforme en énergie potentielle de pression. Le condensat ainsi formé et l'air entraîné arrivent au réservoir de collecte de condensat 15. La particularité de l'injecteur 12 pourvu d'une buse supersonique 18 est qu'il permet d'obtenir à sa sortie une pression supérieure à celle à l'entrée grâce à l'utilisation de l'énergie de la vapeur dans celui-ci. En conséquence, l'air entraîné de l'enveloppe étanche 1, est contenu dans le réservoir de collecte de condensat 15 sous une pression élevée. De ce fait, il est possible de réduire davantage l'encombrement du système.

L'encombrement du système de limitation des conséquences d'incident peut être encore réduit en reliant le réservoir de collecte de condensat 15 au volume 20 de l'enveloppe étanche 1 par la conduite 4 sur laquelle est montée la soupape de retenue 22. Dans ce cas, du fait que la pression dans le réservoir de collecte de condensat 15 est supérieure à la pression dans l'enveloppe étanche 1, il se produit un retour d'air et l'évacuation du condensat du réservoir 15 vers l'enveloppe étanche 1.

A la fin de la situation d'incident, lorsque la quantité de vapeur d'eau décroît à la suite de sa condensation, il est avantageux de faire appel au système représenté sur la figure 2 pour assurer le fonctionnement stable de l'injecteur 12. Dans le système réalisé selon cette conception constructive, le mélange vapeur-air parvient dans le séparateur 23 d'où la vapeur d'eau arrive, après séparation, à travers la sortie correspondante et la tubulure 3, au dispositif de condensation forcée 5. L'air séparé arrive à l'enveloppe étanche 1 grâce à la formation d'une zone de

basse pression à proximité immédiate de la buse d'air 25 à cause de la condensation supplémentaire de vapeur d'eau dans la zone de vidange du condensat.

Pour abaisser la température du condensat dans
5 la zone de vidange, on amène, dans celle-ci, du liquide de refroidissement 14 du récipient 13 à l'aide de la tubulure 26 pourvue d'une soupape de retenue 27 qui s'ouvre après qu'une différence de pression ait été formée entre la zone de vidange du condensat et
10 le réservoir 13.

Selon le mode d'exécution du système représenté sur la figure 3, le dispositif de condensation forcée est logé dans l'enveloppe étanche 31.

En cas de rupture ou de défaut d'étanchéité du
15 circuit étanche de caloporteur 7 du bloc pile 2, le caloporteur s'écoule dans l'enveloppe étanche 31 et, ensuite, commence à bouillir en formant un mélange vapeur-air qui remplit l'enveloppe étanche 31 et parvient à l'injecteur 28, après avoir traversé le volume
20 29 libre d'eau. Une fois que la pression a atteint une valeur déterminée, la membrane 21 se rompt et le mélange vapeur-air, ayant subi une certaine perte de chaleur dans la buse supersonique de l'injecteur 28, parvient à la chambre de mélange 17 de l'injecteur 28. Du
25 fait de la formation d'une différence de pression entre le volume 19 libre d'eau et la chambre de mélange 28, de l'eau de refroidissement 14 est aspirée dans la chambre de mélange 17 de l'injecteur 28 où la vapeur d'eau du mélange vapeur-air se condense, à vitesse
30 supersonique relative du mélange vapeur-air et de l'eau de refroidissement 14. A travers le diffuseur 18 de l'injecteur 28, le condensat arrive au réservoir 30 dont le volume est déterminé dans la réalisation constructive du système seulement en partant de la
35 condition de mise en action de l'injecteur 28.

Dès que la pression dans le réservoir 30 a dé-

passé la pression dans l'enveloppe étanche 31, la soupape de retenue 40 s'ouvre. A travers celle-ci, le condensat, associé à de l'air, est évacué dans l'enveloppe étanche 31. Selon la variante décrite, on sépare
5 l'air du mélange vapeur-air dans le séparateur 37 pour obtenir un fonctionnement stable de l'injecteur 28 à la fin de la situation d'incident. Le mélange vapeur-air arrive au séparateur 37 d'où la vapeur d'eau séparée est envoyée, à travers la sortie 38 de circuit de
10 vapeur, au volume 19 libre de liquide de refroidissement, alors que la phase lourde, c'est-à-dire l'air, se dirige vers l'enveloppe étanche 31 grâce à la création de la zone de basse pression à la sortie de la buse d'air 39 du séparateur 37. Cette zone de basse
15 pression est créée par la condensation supplémentaire de vapeur d'eau sur le jet de condensat provenant du réservoir 30. Pour refroidir davantage le condensat débouchant du réservoir de condensat 30 dans cette zone, on amène du liquide de refroidissement 14 du
20 réservoir 29 en utilisant la conduite 41 (figure 4) sur laquelle est montée une soupape de retenue 42 qui s'ouvre lorsqu'apparaît une différence de pression entre la zone de vidange du condensat dans le réservoir 30 et le réservoir 29.

25 En cas de construction à plusieurs boucles du bloc pile, il est avantageux d'utiliser la variante du système représentée sur les figures 5 et 6, car la probabilité d'incident sur toutes les boucles 47 de la pile 2 est très faible. Selon cette solution constructive, l'enveloppe étanche 44 est fractionnée par
30 des cloisons distinctes 45 en casemates autonomes 46. En cas de rupture ou de défaut d'étanchéité de l'une des boucles 47 du bloc pile 2, le caloporteur s'écoule et commence ensuite à bouillir dans la casemate autonome correspondante 46.
35

Le mélange vapeur-air formé à la suite de l'in-

cident arrive au réservoir 43 à travers la soupape de retenue 48 et le volume 19 litre de liquide du réservoir 43. A une pression déterminée, la membrane 54 se rompt et le mélange vapeur-air s'accélère dans la buse
5 supersonique 49 de l'injecteur 50 et arrive à la chambre de mélange 51 où est aspiré du liquide de refroidissement 14 à la suite de l'apparition d'une dépression. Le condensat formé est envoyé à travers le diffuseur 52, où se produit la transformation de l'énergie cinétique du mélange en énergie potentielle de
10 pression, vers le réservoir de collecte de condensat 53. On donne au réservoir 53 le volume minimal pour remplir la condition de mise en action des injecteurs 50. De ce fait, le condensat remplissant le réservoir
15 53 augmente la pression dans celui-ci. Dès que la pression a dépassé la valeur de la pression dans l'une des casemates autonomes 46 non concernées par l'incident, le condensat est envoyé par la conduite 56 et la soupape de retenue 55 à cette casemate autonome 46.
20 Cette solution constructive permet de réduire le volume des travaux visant à éliminer les conséquences de l'incident.

Le principe passif de mise en action des éléments du système de limitation des conséquences d'incident
25 ne nécessitant aucune intervention de l'opérateur, et l'application du système de surveillance de la situation dans l'enveloppe étanche améliorant notablement la fiabilité de mise en action du système, élève ainsi l'efficacité de la protection du milieu environnant
30 contre la pollution par des substances radio-actives provenant de l'incident à la centrale nucléaire.

Le procédé proposé de limitation des conséquences d'incident survenant dans une centrale nucléaire, à la suite de la rupture ou de la perte d'étanchéité
35 du circuit étanche de caloporteur du bloc pile et le système de mise en oeuvre de ce procédé permettent

d'éliminer les résultats des conséquences de l'incident sans intervention des opérateurs. La haute fiabilité de fonctionnement du système conforme à l'invention assure une haute efficacité de la protection du milieu environnant contre la pollution par des substances radio-actives résultant de l'incident.

Le procédé hautement efficace de limitation des conséquences d'incident conforme à l'invention permet, en plus, de réduire d'un facteur trois l'encombrement du système, par comparaison avec les meilleurs procédés en usage en technique moderne.

La haute fiabilité, l'encombrement réduit, la simplicité de réalisation du système conforme à l'invention permettent de réduire notablement les investissements pour la construction des centrales nucléaires à caloporteur sous pression et d'appliquer ce système à des centrales nucléaires existantes avec un coût faible.

REVENDICATIONS

1. Procédé de limitation des conséquences d'incident de centrale nucléaire avec fuite et ébullition du caloporteur provoquées par la rupture ou la perte
5 d'étanchéité du circuit étanche de caloporteur du bloc pile, suivant lequel on fait condenser la vapeur d'eau du mélange vapeur-air dégagé à la suite de l'incident et on réduit ainsi l'élévation de pression, caracté-
10 risé en ce qu'on provoque la condensation forcée de la vapeur d'eau par un courant associé de liquide à vitesse supersonique relative, dans un mélange vapeur-air et liquide créé par l'énergie de la vapeur d'eau formée à la suite de l'incident.

2. Système de limitation des conséquences d'un
15 incident de centrale nucléaire permettant la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 1, comportant une enveloppe étanche (1 ou 31) dans laquelle est logé un bloc pile (2) et un dispositif, relié à l'enveloppe étanche, de condensation forcée de la
20 vapeur d'eau du mélange vapeur-air formé à la suite de l'incident, caractérisé en ce que le dispositif de condensation forcée de la vapeur d'eau comporte : au moins un injecteur (12) comprenant une buse supersonique (16) reliée au volume limité par l'enveloppe
25 étanche (1) ; un réservoir (13) de liquide de refroidissement ayant un volume libre de liquide qui est relié audit volume de l'enveloppe étanche et un volume rempli de liquide (14) qui est relié à la chambre de mélange (17) de l'injecteur ; et un réservoir (15)
30 de collecte de condensat mis en communication avec le diffuseur de l'injecteur (12) par un élément de fermeture calculé pour une pression déterminée.

3. Système suivant la revendication 2, caracté-
35 risé en ce que le réservoir de collecte de condensat est relié au volume limité par l'enveloppe à travers une soupape de retenue (22) pour évacuer le condensat

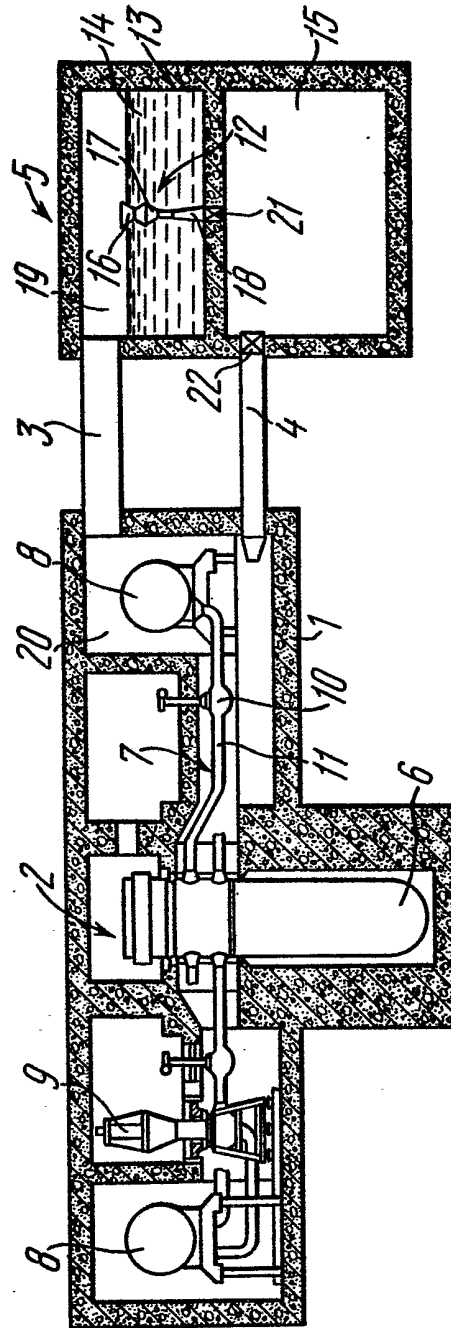
du récipient de collecte du condensat vers l'enveloppe étanche (1).

4. Système suivant la revendication 3, caractérisé en ce que l'injecteur, le récipient à liquide de refroidissement et le réservoir de collecte de condensat sont placés dans l'enveloppe étanche (31) dans laquelle est logé le bloc pile.

5. Système suivant la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que l'enveloppe étanche contient au moins un séparateur de vapeur et d'air (23) dont la sortie de vapeur est mis en communication avec la buse supersonique de l'injecteur tandis que sa sortie d'air est disposée dans la zone de vidange du condensat du réservoir de collecte de condensat vers l'enveloppe étanche (1).

6. Système suivant la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que le réservoir de liquide de refroidissement est de plus relié au volume limité par l'enveloppe étanche par une conduite (26) pourvue d'une soupape de retenue (27) et dont la sortie débouche dans la zone de vidange de condensat du réservoir de collecte de condensat dans l'enveloppe étanche.

7. Système suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le bloc pile étant associé à plusieurs boucles, l'enveloppe étanche est séparée par des cloisons distinctes (45) en casemates autonomes, qui contiennent chacune au moins une boucle, tandis que le récipient à liquide de refroidissement est étanche, son volume libre de liquide et le récipient de collecte de condensat étant reliés au volume limité par chaque casemate autonome à l'aide de soupapes de retenue individuelles.



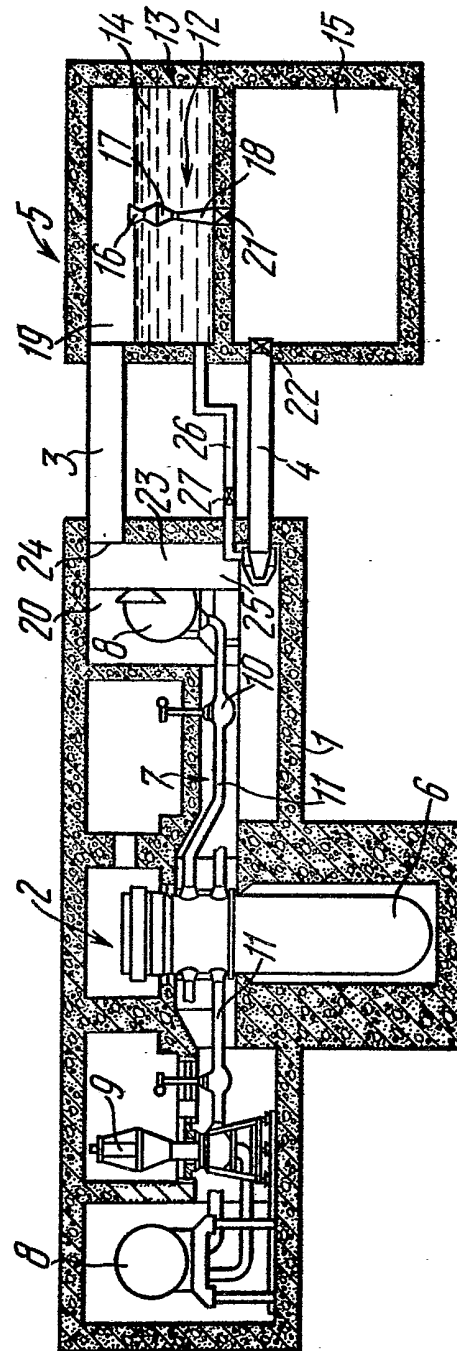


FIG. 2

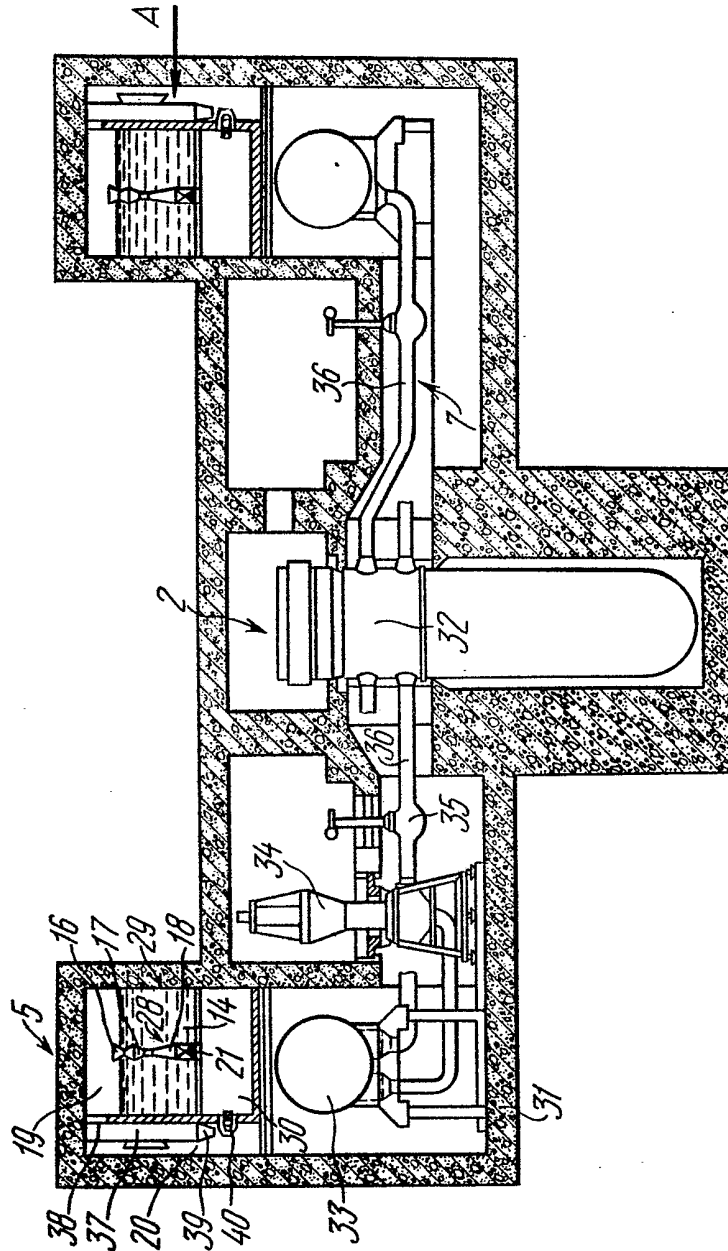


FIG. 3

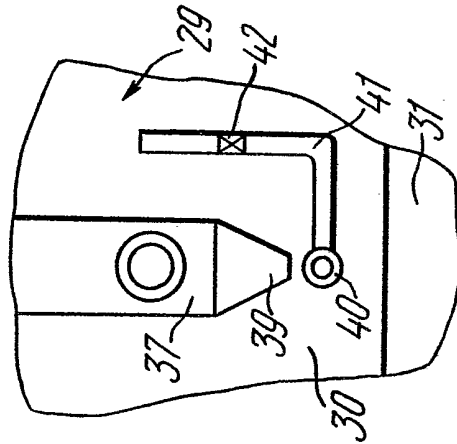


FIG. 4

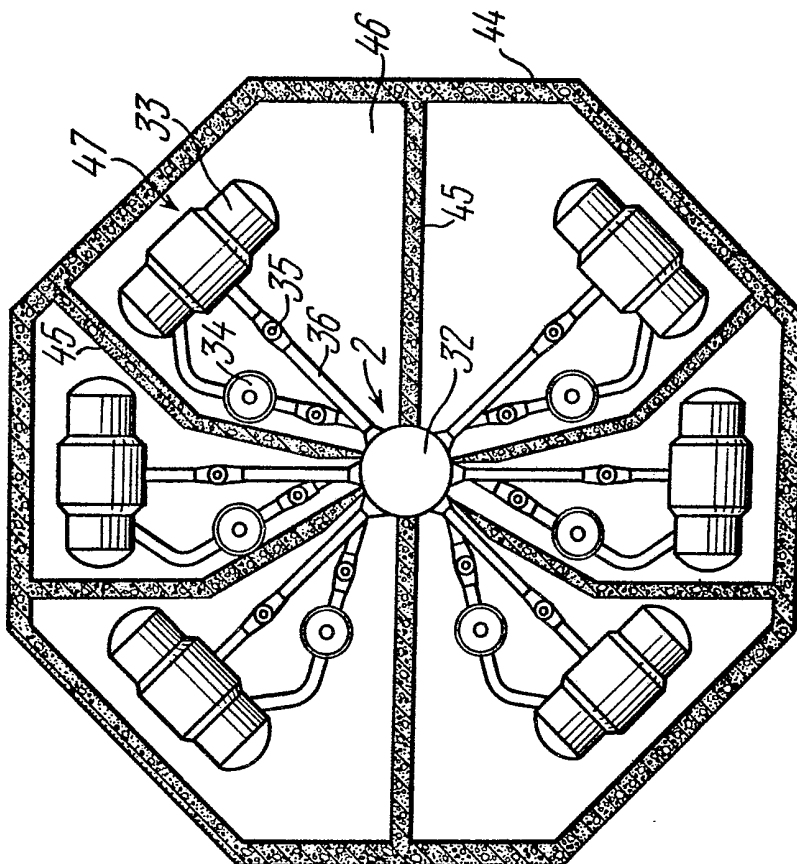


FIG. 6

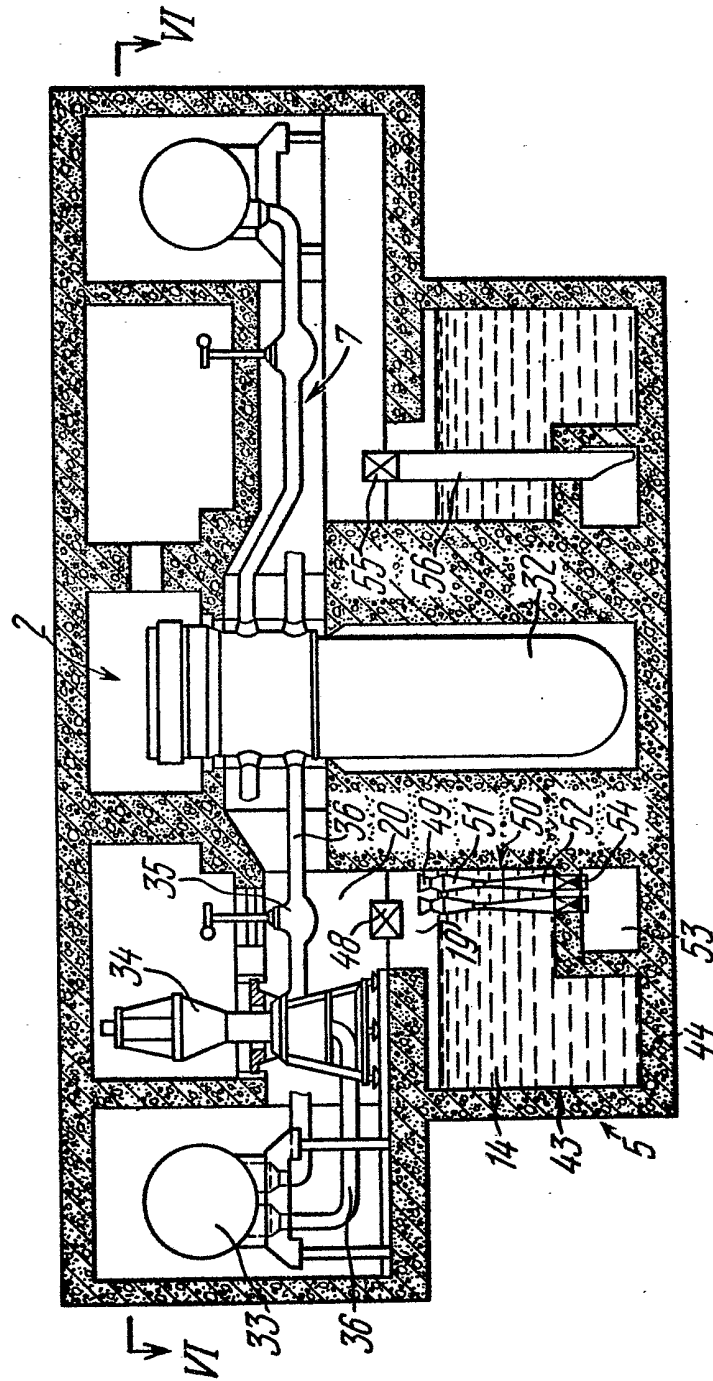


FIG. 5