

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 31400

(54) Crayon de matériau consommable pour le pilotage d'un réacteur nucléaire.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 21 C 7/04.

(22) Date de dépôt..... 21 décembre 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 26 du 26-6-1981.

(71) Déposant : FRAMATOME, résidant en France.

(72) Invention de : Michel Decarsin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Louis Dupuy, Creusot-Loire,
15, rue Pasquier, 75008 Paris.

La présente invention concerne un crayon de matériau consommable destiné au pilotage d'un réacteur nucléaire, et s'applique plus particulièrement, à titre d'exemple, aux crayons dits "de poison consommable".

5 De façon courante le combustible disposé dans le coeur d'un réacteur nucléaire est contenu dans des gaines allongées habituellement appelées "crayons", eux-mêmes regroupés parallèlement en des assemblages manipulés en bloc pendant les opérations de chargement ou de déchargement du coeur. Dans ces assemblages, où les crayons sont maintenus par des
10 grilles entretoises, des emplacements vides sont réservés pour recevoir des organes de même forme générale que les crayons combustibles, mais qui peuvent être introduits à la demande dans les assemblages et parmi les crayons combustibles selon les nécessités de la conduite du réacteur. Il s'agit là par exemple de sources neutroniques utilisées au démarrage pour
15 amorcer les réactions nucléaires, ou encore de produits absorbants qui, disposés sélectivement en certains emplacements du coeur, permettent de réduire la réactivité initiale et facilitent le pilotage.

Le produit absorbant est le plus souvent du bore dont l'un des isotopes, irradié par des neutrons, se transforme en lithium avec dégagement gazeux d'hélium, si bien que la capacité d'absorption diminue progressivement.
20

Dans les crayons connus le poison consommable se présente généralement sous forme d'éléments tubulaires en verre boraté, empilés entre une gaine extérieure et un tube interne, réalisés l'un et l'autre en acier
25 inoxydable ou en alliage de zirconium. Les éléments empilés ne remplissent d'ailleurs qu'une partie du volume interne de la gaine, de façon à réserver une chambre d'expansion pour les gaz dégagés pendant la réaction. Dans ces crayons de type connu les éléments empilés sont maintenus en position dans la gaine, soit à la partie inférieure en butée sur le bouchon inférieur, soit à la partie supérieure en butée sur le bouchon supérieur avec
30 ou sans interposition d'une entretoise, au moyen de ressorts à boudin.

Mais l'utilisation de ressorts pose des problèmes importants. Lors du montage en fabrication par exemple du ou des tubes de verre boraté, certains de ceux-ci peuvent se briser, par exemple si l'effort de
35 pression exercé par le ressort est trop important. De même si le tarage

du ressort est insuffisant les éléments empilés ne sont pas suffisamment tenus, ce qui présente des risques lors des opérations de manipulation ou en cours de fonctionnement dans le coeur. Enfin, il est difficile d'obtenir des ressorts satisfaisant aux exigences de comportement sous irradiation, et en particulier résistant aux phénomènes de relaxation dans ces conditions de fonctionnement.

L'invention permet d'éviter les inconvénients dus à l'utilisation de ressorts, et permet en outre de mieux adapter la répartition du produit consommable dans le crayon aux nécessités de son action.

L'invention s'applique donc à un crayon de matériau consommable pour le pilotage d'un réacteur nucléaire, constitué par une gaine extérieure fermée par un bouchon à chacune de ses deux extrémités, et comportant un tube axial interne formant un espace annulaire dans lequel sont disposés les matériaux consommables sous forme de tubes ou de pastilles annulaires ; selon l'invention, sur au moins une partie de la longueur du crayon, le matériau consommable est maintenu en place axialement par au moins une butée constituée par une déformation des parois de l'espace annulaire, conduisant à une réduction locale de la section de celui-ci.

L'invention sera mieux comprise en se référant à des modes de réalisation particuliers donnés à titre d'exemples et représentés par les dessins annexés.

Les figures 1 et 2 montrent, dans un premier mode de réalisation, deux crayons réalisés selon l'invention, respectivement avec le matériau consommable disposé en bout ou dans une partie plus centrale du crayon.

Les figures 3 et 4 montrent, dans les mêmes conditions, une variante de réalisation.

On verra sur les figures 1 et 2 que le crayon est constitué de façon usuelle par une gaine extérieure 1 en acier inoxydable ou en alliage de zirconium, avec un tube entretoise intérieur central 2, également en acier inoxydable ou en alliage de zirconium. Le matériau absorbant consommable 3 du type verre boraté ou tout autre matériau susceptible de jouer le même rôle, est disposé dans l'espace annulaire entre les tubes 1 et 2, sous forme d'un tube continu extrudé ou usiné, ou sous forme d'un empilement de pastilles annulaires.

Dans la disposition selon la figure 1, le produit 3 est bloqué en translation axiale entre un épaulement 5 du bouchon inférieur 6, et une déformation 7 obtenue par expansion locale du tube interne 2. Sur la figure 2 le matériau est bloqué entre deux déformations 8 et 9 du tube 2.

Bien entendu ces déformations 7, 8 ou 9, ainsi que la mise en place des bouchons d'extrémité 6 et 10, sont réalisés avant ou après la mise en place du matériau 3, selon le processus utilisé pour le garnissage du crayon.

5 On pourra tout d'abord noter que l'on a ainsi réalisé l'immobilisation du matériau 3 dans le crayon sans utiliser de ressorts dont la tenue en service sous irradiation est souvent mal connue.

On notera en outre que, dans le cas de la figure 2, on est devenu maître de la position axiale du matériau 3 sur la hauteur de crayon,
10 sans encombrer et donc sans limiter par des volumes morts les espaces constituant la ou les chambres d'expansion des gaz dégagés. On pourrait d'ailleurs aussi prévoir, dans la partie basse du tube 2, quelques orifices 12 permettant un équilibrage entre les chambres d'expansion 13 et 14 de part et d'autre du matériau 3, par l'intermédiaire du tube interne
15 2.

Le choix de la position axiale du matériau peut être utile pour mieux moduler son action absorbante, et l'on pourrait aussi concevoir de fractionner la masse de ce matériau entre plusieurs zones séparées par des déformations analogues du tube 3, et par des chambres d'expansion intermédiaires, celles-ci pouvant alors encore être mises en équilibre par quelques orifices dans la paroi du tube 2.

On retrouvera sur les figures 3 et 4 une disposition tout-à-fait analogue respectivement aux figures 1 et 2, mais ici le blocage axial du matériau 3 est obtenu par des déformations locales 15 de la gaine extérieure 1, obtenues par exemple par pincement ou par roulage de celle-ci.
25

Bien entendu l'invention n'est pas strictement limitée aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits à titre d'exemples, mais elle couvre également les réalisations qui n'en diffèreraient que par des détails, par des variantes d'exécution, ou par l'utilisation de moyens équivalents.

30 On pourrait ainsi facilement concevoir que le blocage axial du matériau 3 soit obtenu à la fois par une déformation locale d'expansion du tube intérieur 2 comme sur les figures 1 et 2, et par une déformation de pincement de la gaine extérieure 1 comme sur les figures 3 et 4.

L'invention s'appliquerait également de la même façon pour certains types de crayon dans lesquels on a prévu un passage libre par le tube
35 intérieur 2, ceci étant obtenu de façon courante en prévoyant également des canaux axiaux correspondants dans les deux bouchons d'extrémité.

Enfin l'invention n'est pas limitée aux crayons destinés à recevoir des matériaux constituant un poison consommable, mais elle s'appliquerait aussi de la même façon pour des crayons destinés à recevoir des sources neutroniques primaires ou secondaires telles qu'on les utilise lors du démarrage d'un réacteur.

REVENDICATIONS

1.- Crayon de matériau consommable pour le pilotage d'un réacteur nucléaire, constitué par une gaine tubulaire externe fermée par un bouchon à chacune de ses deux extrémités, et comportant un tube axial interne formant un espace annulaire dans lequel sont disposés les matériaux consommables sous forme de tubes ou de pastilles annulaires, caractérisé par le fait que sur au moins une partie de la longueur du crayon, le matériau consommable est maintenu en place axialement par au moins une butée constituée par une déformation des parois de l'espace annulaire, conduisant à une réduction locale de la section de celui-ci.

2.- Crayon selon revendication 1, caractérisé par le fait que la réduction locale de l'espace annulaire est obtenue par expansion locale du tube intérieur.

3.- Crayon selon revendication 1, caractérisé par le fait que la réduction locale de l'espace annulaire est obtenue par écrasement local de la gaine extérieure.

4.- Crayon selon revendication 1, caractérisé par le fait que la réduction locale de la section de l'espace annulaire est obtenue à la fois par expansion locale du tube intérieur et par écrasement local de la gaine extérieure.

