

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 283 524

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 74 26993

(54) **Procédé d'amélioration du facteur de charge d'une centrale nucléaire électrogène.**

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). **G 21 D 5/08.**

(22) Date de dépôt **2 août 1974, à 15 h 57 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 : Michel Rostaing.**

(73) **Titulaire : Idem (71)**

(74) **Mandataire : Brevatome.**

La présente invention a pour objet un procédé d'amélioration du facteur de charge d'une centrale nucléaire.

On sait qu'il est possible de mettre à profit les heures creuses des besoins du réseau alimenté par une centrale nucléaire pour produire de l'hydrogène, qui apparaît ainsi comme
5 un sous-produit de la centrale.

On sait, par ailleurs, que le rendement d'une centrale nucléaire peut être amélioré, dans certains cas, en surchauffant la vapeur produite par le réacteur. Dans l'art antérieur, cette
10 surchauffe est généralement obtenue par combustion de fuel.

La présente invention combine ces deux processus pour obtenir une surchauffe alimentée par l'hydrogène produit pendant les heures creuses. Le facteur de charge et le rendement de la centrale s'en trouvent donc simultanément améliorés.

De façon plus précise, la présente invention a pour
15 objet un procédé d'amélioration du facteur de charge d'une centrale nucléaire électrogène alimentant un réseau de distribution, dans lequel, pendant les heures creuses des besoins du réseau on utilise tout ou partie de la puissance non demandée par le
20 réseau pour produire de l'hydrogène qui est ensuite stocké, caractérisé en ce qu'on effectue la combustion dudit hydrogène stocké et en ce qu'on utilise la chaleur produite par ladite combustion pour surchauffer la vapeur produite par le réacteur nucléaire de la centrale.

Ce procédé s'applique aux centrales nucléaires pour
25 lesquelles les cycles thermiques sont susceptibles d'être améliorés en rendement par surchauffe de la vapeur à turbiner. C'est le cas notamment des réacteurs à eau pressurisée et d'une manière générale de tous réacteurs produisant la vapeur utile
30 hors du coeur du réacteur proprement dit (réacteurs modérés à eau lourde avec circuit secondaire).

De préférence, la combustion de l'hydrogène s'effectue en permanence, ce qui conduit à des caractéristiques constantes pour la vapeur et ce qui permet d'utiliser des appareils (échangeur, turbines, etc...) spécialement adaptés auxdites caractéristiques, sans qu'il soit besoin de prévoir des appareils
35 susceptibles de travailler, par exemple aussi bien avec de la vapeur sèche qu'avec de la vapeur saturante.

Mais il va de soi que l'hydrogène disponible pourrait
40 être brûlé à n'importe quel moment et notamment pendant les

périodes de pointe, mais dans ce cas, on n'obtiendrait pas un régime permanent pour la centrale.

De préférence encore, la combustion de l'hydrogène s'effectue directement dans la vapeur à surchauffer, ce qui évite l'utilisation d'échangeurs de température comme c'est le cas lorsque la surchauffe est obtenue par la combustion de fuel. Mais il va de soi qu'on peut, sans sortir du cadre de l'invention, effectuer la combustion dans un échangeur, auquel cas les précautions pour que tout l'hydrogène et l'oxygène soient brûlés, sont moins strictes. Dans ce cas l'invention peut s'appliquer aux réacteurs dont la vapeur à turbiner passe dans le coeur du réacteur (par exemple réacteur "bouillant").

L'hydrogène peut être produit par tout procédé connu et notamment par électrolyse, par thermolyse, ou par des processus chimiques nécessitant des hautes températures, l'énergie requise étant obtenue à partir de l'électricité produite par la centrale pendant les heures creuses. Dans le cas de l'électrolyse, la production d'hydrogène s'accompagne d'une production d'oxygène, qui peut être utilisé comme comburant de la combustion. Les gaz produits par électrolyse étant très purs, leur combustion dans la vapeur à surchauffer ne donne naissance à aucune contamination de la vapeur et à aucun incondensable dans le circuit de la turbine.

La production d'hydrogène par électrolyse peut s'effectuer sous pression, ce qui abaisse la consommation d'énergie et rend inutile une compression des gaz à injecter dans le brûleur de surchauffe.

La figure unique illustre de façon générale comment le procédé de l'invention, peut être mis en oeuvre.

Une centrale nucléaire 10 comprend, très schématiquement, un réacteur nucléaire 12 et son coeur 14, un échangeur 16 entre par exemple, un circuit primaire 18 et un circuit secondaire 20. Des moyens 22, constitués notamment par des turbines couplées à des alternateurs recueillent la vapeur du circuit secondaire et délivrent, sur un réseau 24 de distribution d'électricité, du courant électrique. Pendant les heures creuses des besoins dudit réseau, une partie de l'électricité produite est prélevée pour alimenter des moyens 26 de production d'hydrogène. L'hydrogène produit est stocké dans un réservoir 28. Ce réservoir alimente

des moyens 30 de surchauffe de la vapeur du circuit secondaire. Ces moyens 30 sont constitués par un dispositif de combustion de l'hydrogène prélevé dans le réservoir 28 et par des moyens pour communiquer la chaleur produite par ladite combustion à la
5 vapeur à surchauffer. Les moyens de combustion peuvent être par exemple constitués par un brûleur. La combustion utilise un comburant, en particulier de l'oxygène, qui peut être éventuellement stocké dans une enceinte 32 notamment s'il est produit en même temps que l'hydrogène.

10 Il va de soi que le réservoir d'hydrogène 28 peut être alimenté partiellement par une autre source, notamment par un autre réacteur nucléaire producteur d'hydrogène; de même, le réservoir de comburant peut être approvisionné par des moyens extérieurs.

15 A titre explicatif et nullement limitatif, les performances d'une telle centrale peuvent être précisées de la manière suivante. Dans le cas où le procédé s'applique à un réacteur du type à eau pressurisée d'une puissance électrique nominale de 900 MW, le facteur de charge peut être d'environ 6600 h/an. Les
20 caractéristiques de la vapeur haute pression peuvent être : vapeur saturante, 52 bars, 255°C, 660kcal/kg et 5160 t/h. La chute enthalpique transformée en énergie électrique est d'environ 150 kcal/kg. Si l'on envisage un fonctionnement à pleine puissance du réacteur pendant 8400 heures par an, on dispose de
25 8400 - 6600 = 1800 heures de production d'électricité qu'on peut consacrer à produire de l'hydrogène utilisable après combustion pour surchauffer la vapeur haute pression. Cette surchauffe permet d'atteindre une température de vapeur d'environ 300°C et d'élever de 32 kcal/kg l'enthalpie noble de la vapeur,
30 augmentant ainsi de plus de 20 % la puissance du réacteur.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'amélioration du facteur de charge d'une centrale nucléaire électrogène alimentant un réseau de distribution, dans lequel, pendant les heures creuses des besoins du réseau, on utilise tout ou partie de la puissance non demandée par le réseau pour produire de l'hydrogène qui est ensuite stocké, caractérisé en ce qu'on effectue la combustion dudit hydrogène stocké et en ce qu'on utilise la chaleur produite par ladite combustion pour surchauffer la vapeur produite par le réacteur nucléaire de la centrale.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite combustion est effectuée en permanence.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la combustion de l'hydrogène s'effectue directement dans la vapeur à surchauffer.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on produit l'hydrogène par électrolyse de l'eau.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'on utilise l'oxygène produit par ladite électrolyse comme comburant dans la combustion de l'hydrogène.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit réacteur est du type à eau pressurisée.

Pl: Unique

