



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

223408
(11) (B1)

[51] Int. Cl.³
G 21 C 17/06

[22] Prihlášené 16 02 81
[21] (PV 1086-81)

[40] Zverejnené 28 01 83

[45] Vydané 15 03 88

(75)

Autor vynálezu

ALEXIEV VLADISLAV RNDr., BRATISLAVA

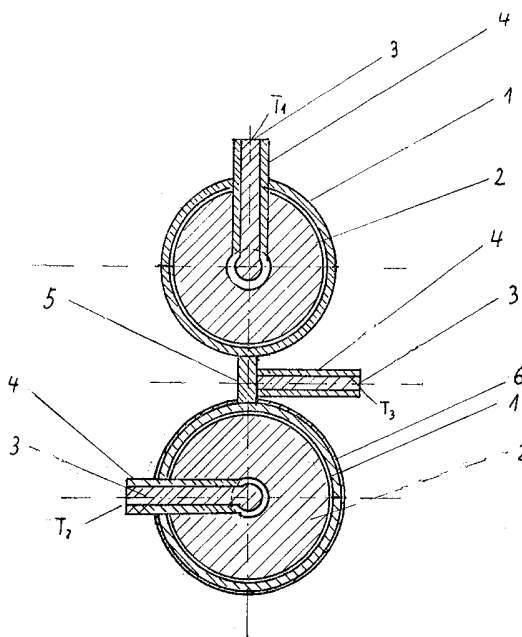
(54) Prevádzkový detektor na meranie vyhorenia paliva v atómovom reaktore

1

Prevádzkový detektor je určený na meranie vyhorenia paliva v atómovom reaktore. Podstata detektora spočíva v tom, že je vytvorený z troch tyčových kovových tepelných vodičov uložených v tepelných keramických izolátoroch, z ktorých dva sú umiestnené v strede pohlcovačov uranového paliva, ktoré sú obalené zirkóniovým obalom a jeden pohlcovač je obalený aj zlatým obalom. Zirkóniové obaly sú spojené zirkóniovým držiakom.

Detektor možno využiť na priebežné meranie vyhorenia paliva v atómových elektrárnach.

2



Vynález sa týka prevádzkového detektora na meranie vyhorenia paliva v atómovom reaktore.

Doteraz sa určuje stupeň vyhorenia paliva v atómovom reaktore na základe spektrometrického určenia koncentrácie vyhorených jadier ^{235}U po ožiarení v atómovom reaktore; registráciou cézia ^{137}Cs , ktoré vzniká pri štiepení; registráciou kobaltu ^{60}Co , ktorý vzniká v kobaltovom monitore; na základe množstva plutónia pri výpočte neutrónov ^{238}U a kalorimetrickým meraním tepelného efektu, ktorý sprevádza štiepenie jadier a aj teoretickým výpočtom. Teoretický výpočet koeficientu vyhorenia paliva je pomerne dosť obtiažny, vzhľadom na spektrum neutrónov a jeho stabilitu v reaktore a hromadenie produktov vyhorenia. Ďalšie experimentálne metódy okrem kalorimetrických a pomocou kobaltového monitora umožňujú merať stupeň vyhorenia až po ožiarení materiálu, t. j. až po ukončení palivovej kampane reaktora. Tieto metódy sú nevýhodné najmä preto, že sa nedajú uplatniť aj počas prevádzky. Kalorimetrické metódy sú založené na určovaní množstva energie uvoľnenej pri štiepení jadier. Uvoľnenú energiu potom pohlcuje detektorové teleso. Teleso však musí mať dostatočne vysokú koncentráciu jadier, takže voľná stredná dráha neutrónov je menšia ako sú rozmery telesa. Na vyhodnotenie vyhorenia paliva sú potrebné predbežné jadrovofyzikálne a materiálofyzikálne charakteristiky pohlcujúcich detektorových telies, ich priebežná charakteristika a hodnoty žiarenia.

Uvedené nedostatky odstraňuje prevádzkový detektor na meranie vyhorenia paliva v atómovom reaktore podľa vynálezu, ktorého podstata spočíva v tom, že zostáva z troch kovových tepelných vodičov, izolovaných keramickými izolátormi, pričom dva tepelné vodiče sú ukončené v dvoch guliach uránového paliva, z ktorých jedna je obalená zirkóniovým obalom a druhá je obalená zirkóniovým a zlatým obalom, pričom zirkóniové obaly týchto dvoch gulí sú spojené zirkóniovým držiakom, na ktorý je pripojený tretí tepelne izolovaný kovový tepelný vodič.

Vynález prevádzkového detektora na meranie vyhorenia paliva v atómovom reaktore umožňuje pomerne jednoduchým spôsobom priebežne merať stupeň vyhorenia paliva v ktoromkoľvek mieste atómového reaktora a na základe toho získavať potrebné údaje o teplovodivosti paliva počas prevádzky.

Na pripojenom obrázku je schematicky znázornený príklad vyhotovenia prevádzkového detektora na meranie vyhorenia paliva v atómovom reaktore.

Prevádzkový detektor je vyhotovený z troch tyčových kovových tepelných vodičov 3 pripojených na ultrazvukové vodiče, ktoré sú uložené v tepelných keramických izolátoroch 4, z ktorých dva sú umiestnené v strede gule uránového paliva 2 a jeden ko-

vový tepelný vodič 3 je spojený so zirkóniovým držiakom 5. Gule uránového paliva 2 sú obalené zirkóniovým obalom 1, pričom jedna z gulí uránového paliva 2 je obalená aj zlatým obalom 6. Zirkóniové obaly 1 sú spojené zirkóniovým držiakom 5. Tyčové kovové tepelné vodiče 3 môžu byť vyhotovené z irídia, ruténia, ródia alebo osmia a obalené sú keramickou izoláciou, vytvorenou pre tento účel. Pri meraní sa rádioaktívne plyny odvádzajú z gulí uránového paliva 2 detektora cez mikrotrhlínky zirkóniových obalov 1 a zlatého obalu 6. Pritom sa zlatý obal 6 nanáša na zirkóniový obal 6 vákuovou technológiou. S prevádzkovým detektorom možno merať stupeň vyhorenia paliva α v rozsahu 2 až 20 %.

Pre meranie stupňa vyhorenia paliva v atómovom reaktore platí medzi náplňami uránového paliva 2 v guliach detektora a palivovými článkami reaktora vzťah

$$\alpha_1 = \frac{\Phi_1}{\Phi_2} \cdot \alpha$$

kde

Φ_1 je stredný neutrónový tok v guliach uránového paliva detektora,

Φ_2 — stredný neutrónový tok v palivových článkoch reaktora,

α — stupeň vyhorenia paliva v guliach detektora,

α_1 — stupeň vyhorenia paliva v článku reaktora.

Pritom hodnota $\frac{\Phi_1}{\Phi_2} = k$, závisí na geometrickom tvare detektora a účinnom priereze pohlcovača neutrónového toku v palivových článkoch reaktora a v guliach uránového paliva detektora.

Teplo vzniknuté pri horení uránového paliva v prvej guli detektora

$$q_1 = \lambda \cdot \Delta T_1$$

kde

λ je integrálna tepelná vodivosť paliva [J],

ΔT_1 — rozdiel teplôt nameraných v strede a na povrchu prvej gule uránového paliva detektora.

Teplo vzniknuté pri horení uránového paliva v druhej guli detektora

$$q_2 = \lambda \cdot \Delta T_2$$

kde

λ je integrálna tepelná vodivosť paliva [J],

ΔT_2 — rozdiel teplôt nameraných v strede a na povrchu druhej gule uránového paliva detektora.

Z porovnania vzťahov vyplýva, že

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$$

pričom

$$q_1 = k\Phi_1 N_1$$

$$q_2 = k\Phi_2 p N_2$$

$$q_2 = k\Phi_2 p N_2$$

$$q_1 = k\Phi_1 N_1$$

kde

N_1 je počet zvyšných atómov v uránovom palive prvej gule detektora,

N_2 — počet zvyšných atómov v uránovom palive druhej gule detektora,

p — koeficient časovej dĺžky vyžarovania (napr. pri zlatom obale hrubom 0,1 mm, $p = 0,88$).

Z porovnania týchto vzťahov vyplýva, že

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{N_1}{p \cdot N_2},$$

resp.

$$\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = \frac{N_1}{p \cdot N_2}$$

po dosadení hodnôt dostaneme

$$\alpha = \frac{\Delta T_2 - p\Delta T_1}{\Delta T_2 - p^2\Delta T_1} \cdot 100 \%$$

pričom

$$\Delta T_1 = T_1 - T_3 \text{ a}$$

$$\Delta T_2 = T_2 - T_3$$

kde

T_1 je teplota v prvej guli uránového paliva detektora [K],

T_2 — teplota v druhej guli uránového paliva detektora [K],

T_3 — teplota povrchu gúl uránového paliva detektora,

p — koeficient časovej dĺžky vyžarovania.

Ako vyplýva z uvedeného vzťahu, presnosť merania stupňa vyhorenia paliva α závisí od presnosti merania teploty a určí sa na základe rôznosti teplotných gradientov dvoch gúl uránového paliva detektora. Pri použití ultrazvukového teplomera je presnosť merania α cca 0,1 %.

Prevádzkový detektor možno využiť pri meraní vyhorenia paliva v atómových reaktoroch.

PREDMET VYNÁLEZU

Prevádzkový detektor na meranie vyhorenia paliva v atómovom reaktore, vyznačujúci sa tým, že zostáva z troch kovových tepelných vodičov (3), izolovaných keramikými izolátormi (4), pričom dva tepelné vodiče sú ukončené v dvoch guliach uránového paliva (2), z ktorých jedna je obalená

zirkóniovým obalom (1) a druhá je obalená zirkóniovým obalom (1) a zlatým obalom (6), pritom zirkóniové obaly (1) týchto dvoch gúl sú spojené zirkóniovým držiakom (5), na ktorý je pripojený tretí tepelne izolovaný kovový tepelný vodič (3).

1 list výkresov

