



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

242272
(11) (B1)

(22) Prihlášené 06 07 84
(21) [PV 5264-84]

[51] Int. Cl.⁴
G 21 C 17/00

(40) Zverejnené 31 08 85

(45) Vydané 15 09 87

(75)

Autor vynálezu

SEDLÁČEK MARIÁN ing., TRNAVA

(54) Spôsob kontroly symetrie zavezenia aktívnej zóny reaktora metódou vzájomnej kompenzácie meraných regulačných kaziet

1

2

Návrh rieši spôsob kontroly symetrie zavezenia aktívnej zóny reaktora VVER-440 typu V-230 meraním efektívnosti jednotlivých regulačných kaziet v symetrických sektoroch aktívnej zóny. Regulačné kazety danej skupiny sú v rovnakej výške od dna aktívnej zóny a reaktor je v kritickom stave. Zasunutím jednej regulačnej kazety danej skupiny do aktívnej zóny na zvolenú úroveň sa zmeria efektívnosť tejto regulačnej kazety, pričom zmena reaktivity je úplne odkompenzovaná zmenou polohy centrálnej regulačnej kazety, resp. šiestej skupiny regulačných kaziet. Meranie efektívnosti ďalších regulačných kaziet potom spočíva v tom, že jednotlivé regulačné kazety sa postupne zasunú do aktívnej zóny na rovnakú úroveň, pričom zmena reaktivity je čiastočne kompenzovaná vytiahnutím predtým zasunutej regulačnej kazety naspäť do východzej polohy a efektívnosť zasunutej kazety sa určí z ustálenej odchýlky reaktivity.

Riešenie je možné využiť pri opakovanom fyzikálnom spúšťaní blokov jadrových elektrární, ktorých systém ochrany a riadenia reaktora má možnosť dať prepínač ovládania pohybu regulačných kaziet do polohy „nula“.

Vynález sa týka spôsobu kontroly symetrie zavezenia aktívnej zóny reaktora VVER-440 metódou vzájomnej kompenzácie meraných regulačných kaziet v priebehu fyzikálneho spúšťania blokov jadrových elektrární.

Kontrola symetrie zavezenia aktívnej zóny reaktora sa experimentálne overuje po každom zavezení aktívnej zóny na základe zmeny efektívnosti jednotlivých regulačných kaziet v symetrických sektoroch aktívnej zóny.

Regulačné kazety sú rozdelené do šiestich skupín a každá z týchto skupín obsahuje šesť regulačných kaziet symetricky rozmiestnených v aktívnej zóne, pričom šiesta skupina regulačných kaziet obsahuje ešte navyše centrálnu regulačnú kazetu.

$$k_i = \sqrt{\frac{\Delta \rho_i}{\Delta \rho}}$$

kde

pre $i = 1, 2 \dots 6$,

(1)

$$\Delta \rho = \frac{1}{6} \sum_{j=1}^6 \Delta \rho_j$$

Kritérium správnosti zavezenia aktívnej zóny reaktora potom je

$$0,96 \leq k_i \leq 1,04$$

pre všetky $i = 1, 2 \dots 6$.

(2)

Nevýhodou tohto spôsobu kontroly symetrie zavezenia aktívnej zóny je relatívne dlhá doba merania, približne 6 až 8 hodín, a nepresnosť v stanovení efektívnosti $\Delta \rho_i$ spôsobená v určení príslušnej zmeny polohy kompenzačnej kazety, resp. skupiny kaziet a i v samotnom prepočte podľa integrálnych charakteristík danej kompenzačnej kazety, resp. skupiny kaziet.

Odchýlka medzi skutočnou polohou a údajom selžyna spôsobená prerušovanými presunmi kompenzačnej kazety, resp. skupiny kaziet, je 1 až 2 cm, čo zodpovedá systematickej chybe 5 až 10 % pre určenie reaktivity $\Delta \rho_i$.

Integrálna charakteristika šiestej skupiny regulačných kaziet je nameraná pre teplotu chladiva primárneho okruhu 250 až 260 °C a kontrola symetrie zavezenia aktívnej zóny je realizovaná pri teplote chladiva primárneho okruhu 190 až 200 °C. Ďalej integrálna charakteristika šiestej skupiny regulačných kaziet neuvažuje vplyv zasunutej meranej regulačnej kazety, tak ako k tomu dochádza pri kontrole symetrie zavezenia aktívnej zóny.

Jednotlivé regulačné kazety danej skupiny sa teda postupne zasúvajú do aktívnej zóny na rovnakú úroveň, pričom zmeny reaktivity sú kompenzované vyťahovaním centrálnej regulačnej kazety v prípade merania šiestou skupinou regulačných kaziet alebo celej šiestej skupiny regulačných kaziet v prípade merania prvou až piatou skupinou regulačných kaziet.

Zo zmeny polohy centrálnej regulačnej kazety, resp. šiestej skupiny regulačných kaziet sa na základe príslušnej integrálnej charakteristiky určí efektívnosť $\Delta \rho_i$ zasunutej časti i-tej regulačnej kazety danej skupiny. Koeficient symetrie i-tej regulačnej kazety danej skupiny je definovaný ako

Uvedené nevýhody odstraňuje spôsob kontroly symetrie zavezenia aktívnej zóny metódou vzájomnej kompenzácie meraných regulačných kaziet. Pri meraní efektívnosti jednotlivých regulačných kaziet danej skupiny sú regulačné kazety v skupine v rovnakej výške od dna aktívnej zóny tak, že reaktor je v kritickom stave.

Zasunutím jednej regulačnej kazety tejto skupiny do aktívnej zóny na zvolenú úroveň sa zmeria efektívnosť tejto regulačnej kazety, pričom zmena reaktivity je úplne odkompenzovaná zmenou polohy centrálnej regulačnej kazety, resp. šiestej skupiny regulačných kaziet.

Meranie efektívnosti ďalších regulačných kaziet je význačné tým, že jednotlivé regulačné kazety sa postupne zasunú do aktívnej zóny na rovnakú úroveň, pričom zmena reaktivity je čiastočne kompenzovaná vytiahnutím predtým zasunutej regulačnej kazety naspäť do východzej polohy a efektívnosť zasunutej kazety sa určí z ustálenej odchýlky reaktivity.

Vyšší účinok navrhnutého spôsobu sa dosiahne skrátením celkovej doby kontroly symetrie zavezenia aktívnej zóny odstránením presunov kompenzačnej kazety, resp. skupiny kaziet, počas vlastného merania.

Zvlášť výrazná úspora času sa dosiahne pri súčasnom zasúvaní meranej a vyťahovaní zmeranej regulačnej kazety. Pri dote-

rajšom spôsobe pripadá na meranie ľubovoľnou skupinou kaziet 7 zasunutí meraných kaziet so súčasným vytiahnutím kompenzačnej kazety, resp. skupiny kaziet, pretože meranie s prvou kazetou sa opakuje z dôvodu vylúčenia vplyvu zmien ostatných parametrov aktívnej zóny.

Pre navrhovaný spôsob pripadá na ľubovoľnú skupinu 1 zasunutie meranej kazety a súčasné vytiahnutie kompenzačnej kazety, resp. skupiny kaziet, 6 zasunutí a vysunutí meraných regulačných kaziet a 1 vytiahnutie meranej kazety so súčasným za-

$$k_i = \sqrt{\frac{\rho_0 - \rho_i}{\rho_0 - \bar{\rho}}}$$

kde

$$\bar{\rho} = \frac{1}{6} \sum_{j=1}^6 \rho_j$$

$$i = 1, 2, \dots, 6,$$

(2)

(3)

Šiesta kazeta z každej skupiny je zasúvaná dvakrát, a tak odchýlka ρ_6 vyjadruje vplyv prípadných zmien parametrov aktívnej zóny s výnimkou polohy regulačných

sunutím kompenzačnej kazety, resp. skupiny kaziet.

Pomer presunov regulačných kaziet sa teda zníži v pomere $8/14 = 4/7$, čo zodpovedá približne i celkovej dobe skrátenia navrhovaného spôsobu oproti doterajšiemu. Vyšší účinok navrhnutého spôsobu sa ďalej dosiahne spresnením výsledkov.

Efektívnosť ρ_0 zasunutej regulačnej kazety vo východnom stave a odchýlky efektívnosti ρ_i zasunutých regulačných kaziet od efektívnosti ρ_0 sa odčítajú priamo z reaktimetra. Potom koeficient symetrie i-tej regulačnej kazety danej skupiny je

kaziet. Za predpokladu linearizácie reaktivity od týchto zmien možno odchýlky ρ_i transformovať podľa

$$\rho_i \rightarrow \rho_i - \frac{\rho_6 \rho_0}{\Delta t_6} \cdot \Delta t_i$$

$$\text{pre } i = 1, 2, \dots, 6,$$

a takto transformované hodnoty ρ_i použiť vo vzťahoch (2) a (3) pre výpočet koeficientov symetrie k_i , kde Δt_i je doba zmerania reaktivity ρ_i od zmerania efektívnosti ρ_0 .

Pre úplnosť treba ešte dokázať, že navrhovaný spôsob kontroly symetrie zavezenia aktívnej zóny dodržiava podmienku jadrovej bezpečnosti, t. j. reaktivita reaktora neprevyšuje hodnotu $0,1 \beta_{ef}$.

Kontrolou symetrie zavezenia aktívnej zóny sa experimentálne overuje symetria zavezenia aktívnej zóny a vzhľadom na niekoľkonásobnú kontrolu pri závažke je náhodná zámena dvoch kaziet prakticky vylúčená. Za predpokladu správne zavezenej aktívnej zóny reaktora platí

$$|1 - k_i| = \left| 1 - \sqrt{\frac{\rho_0 - \rho_i}{\rho_0 - \bar{\rho}}} \right| \doteq \left| \frac{1}{2} \frac{\bar{\rho} - \rho_i}{\rho_0 - \bar{\rho}} \right|$$

a pretože

$$\rho_0 \gg \bar{\rho}$$

je

$$|1 - k_i| \doteq \frac{1}{2 \rho_0} |\rho_i - \bar{\rho}| \leq 0,04$$

čiže

$$|\rho_i - \bar{\rho}| \leq 0,08 \rho_0$$

$$|\rho_i| < 2 \cdot 0,08 \cdot 0,5 \beta_{ef} = 0,08 \beta_{ef} < 0,1 \beta_{ef}$$

Konkrétne prevedenie predmetu vynálezu možno objasniť na príklade kontroly symetrie zavezenia aktívnej zóny, napr. šiestou skupinou regulačných kaziet.

Úlohou je zmerať efektívnosť jednotlivých periférnych kaziet šiestej skupiny pri zasunutí na zvolenú úroveň, napr. 100 cm a navrhnutý spôsob sa realizuje v dvoch etapách:

- východzí stav,
- prepínač ovládania pohybu centrálnej regulačnej kazety prepnúť do „individuálneho“ režimu, prepínače periférnych regulačných kaziet sú v „automatickom“ režime,
- zasúvať centrálnu regulačnú kazetu do aktívnej zóny zhruba na polohu 50 až 100 cm a súčasne vyťahovať periférne kazety z aktívnej zóny do dosiahnutia polohy 200 cm, resp. 225 cm,
- zmenou polohy centrálnej regulačnej kazety uviesť reaktor do kritického stavu,
- prepínač centrálnej regulačnej kazety prepnúť do „automatického“ režimu, prepínač šiestej periférnej kazety prepnúť do „individuálneho“ režimu a prepínače ostatných periférnych kaziet šiestej skupiny prepnúť do polohy „nula“,
- zasúvať šiestu regulačnú kazetu po krokoch približne $-0,05 \beta_{ef}$ na zvolenú úroveň a zmeny reaktivity kompenzovať vyťahovaním centrálnej regulačnej kazety,
- registrovať príspevky reaktivity v jednotlivých krokoch zasúvania šiestej regulačnej kazety,

Vzťah (4) možno interpretovať takto:

Pre správne zavezenie aktívnu zónu je rozptyl hodnôt ρ_i od svojej strednej hodnoty menší než 8 % hodnoty ρ_0 . Ďalej efektívnosť ρ_0 ľubovoľnej zasunutej regulačnej kazety je menšia než $0,5 \beta_{ef}$, zo vzťahu (4) vyplýva dodržanie jadrovej bezpečnosti

- po dosiahnutí zvolenej úrovne šiestou periférnou kazetou stabilizovať reaktor zmenou polohy centrálnej regulačnej kazety,
- prepínač centrálnej regulačnej kazety prepnúť do polohy „nula“,
- sčítaním príspevkov reaktivity počas zasúvania regulačnej kazety vypočítať efektívnosť ρ_0 zasunutej časti regulačnej kazety,
- vlastné meranie,
- prepínač i-tej meranej regulačnej kazety, $i = 1, 2, \dots, 6$, prepnúť do „individuálneho“ režimu, prepínač zasunutej regulačnej kazety prepnúť do „automatického“ režimu a prepínače ostatných regulačných kaziet šiestej skupiny sú v polohe „nula“,
- zasúvať i-tú meranú regulačnú kazetu na zvolenú úroveň a súčasne vyťahovať zasunutú regulačnú kazetu na úroveň ostatných regulačných kaziet zo skupiny,
- po ustálení reaktivity registrovať reaktivitu ρ_0 pre i-tú zasunutú regulačnú kazetu,
- zopakovať vlastné meranie pre všetkých šesť periférnych kaziet šiestej skupiny.

Spôsob kontroly symetrie zavezenia aktívnej zóny reaktora metódou vzájomnej kompenzácie meraných regulačných kaziet možno využiť pri fyzikálnom spúšťaní jadrových elektrární s reaktormi VVER-440 typu V-230, ktorých systém ochrany a riadenia reaktora má možnosť dať prepínač ovládania pohybu regulačných kaziet do polohy „nula“.

PREDMET VYNÁLEZU

Spôsob kontroly symetrie zavezenia aktívnej zóny reaktora metódou vzájomnej kompenzácie meraných regulačných kaziet, pri ktorom sa meria efektívnosť jednotlivých regulačných kaziet danej skupiny a regulačné kazety v skupine sú v rovnakej výške od dna aktívnej zóny tak, že reaktor je v kritickom stave, sa zasunutím jednej regulačnej kazety tejto skupiny do aktívnej zóny na zvolenú úroveň zmeria jej efektívnosť, pričom zmena reaktivity je úplne odkompenzovaná zmenou polohy centrálnej

regulačnej kazety, resp. šiestej skupiny regulačných kaziet a meranie efektívnosti ďalších regulačných kaziet danej skupiny je význačné tým, že jednotlivé regulačné kazety sa postupne zasunú do aktívnej zóny na rovnakú úroveň, pričom zmena reaktivity je čiastočne kompenzovaná vytiahnutím predtým zasunutej regulačnej kazety naspäť do východzej polohy a efektívnosť zasunutej kazety sa určí z ustálenej odchýlky reaktivity.