

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

252236

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.⁴

G 21 C 9/00

(22) Přihlášeno 01 10 85

(21) PV 7046-85

(40) Zveřejněno 15 01 87

(45) Vydáno 15 09 88

(75)

Autor vynálezu

RUBEK JAROSLAV ing. CSc., PRAHA, BEDNAŘÍK KAREL ing., KOLÍN

(54) Způsob havarijní ochrany jaderného reaktoru typu VVER a zapojení k jeho provádění

Způsob havarijní ochrany je určen pro jaderné elektrárny s reaktory typu VVER se setrvačnickovými hlavními cirkulačními čerpadly. Rychlé odstavení reaktoru při výpadku poslední pracující turbíny je provedeno pouze tehdy, jestliže by systém automatické regulace bloku nebyl schopen dostatečně rychle snížit výkon reaktoru a došlo by k nepřípustnému zvýšení tlaku v primárním nebo sekundárním okruhu. Ochrana umožňuje pomalejší snižování životnosti jaderného paliva a technologického zařízení elektrárny snižováním teplotního namáhání, zmenšení výrobních ztrát a snižuje pracnost při opětovném spouštění reaktoru. Toho účinku se dosáhne zapojením pěti obvodů pro logický součin a jednoho obvodu pro logický součet nebo ručně blokováním dosud používané ochrany v případě, kdy tato navržená ochrana reaktor neodstaví.

Vynález se týká způsobu havarijní ochrany jaderného reaktoru typu VVER se setrvačnickovými hlavními cirkulačními čerpadly při výpadku poslední pracující turbíny uzavřením rychlouzavíracích ventilů a zapojení k jeho provádění.

Dosud ochrana na provozovaných blocích pracuje tak, že při výpadku poslední pracující turbíny dochází od signálu uzavření rychlouzavíracích ventilů k havarijnímu odstavení reaktoru ochranou prvního druhu, to je nejrychlejším způsobem. Pouze při výkonu reaktoru do 20 % výkonu jmenovitého se ochrana zablokovává ručně. Každé zapůsobení této havarijní ochrany reaktoru vede k rychlým teplotním změnám v jaderném palivu a technologických komponentech elektrárny a tím k jejich značnému teplotnímu namáhání a snižování životnosti. Vzhledem k tomu, že výpadky turbin jsou často způsobeny rychle odstranitelnými závadami, způsobuje odstavení reaktoru havarijní ochranou zvýšení výrobních ztrát a zvyšuje pracnost při opětném spouštění reaktoru.

Tyto nedostatky podstatně zmírňuje způsob havarijní ochrany jaderného reaktoru typu VVER se setrvačnickovými hlavními cirkulačními čerpadly v případě výpadku poslední pracující turbíny uzavřením rychlouzavíracích ventilů a zapojení k jeho provádění podle vynálezu. Jeho podstata spočívá v tom, že po zjištění, že výkon reaktoru je nižší nebo roven výkonu meznímu, že regulátor výkonu reaktoru je zapnut do automatické regulace tlaku páry, že hltlost provozuschopných přepouštěcích stanic je vyšší nebo rovna zadané, že provozuschopné přepouštěcí stanice jsou zapojeny do automatické regulace tlaku páry se výkon reaktoru snižuje působením systému automatické regulace. Podstata zapojení k provádění způsobu havarijní ochrany spočívá v tom, že na první vstup prvního obvodu vytvářejícího logický součin je zapojen signál o uzavření rychlouzavíracích ventilů první turbíny.

Na první vstup třetího obvodu vytvářejícího logický součin je zapojen signál udávající, že hltlost provozuschopných přepouštěcích stanic je vyšší nebo rovna zadané. Na jeho druhý vstup je zapojen signál udávající, že provozuschopné přepouštěcí stanice jsou zapojeny do ruční regulace tlaku páry. Na první vstup čtvrtého obvodu vytvářejícího logický součin je zapojen signál udávající, že hltlost provozuschopných přepouštěcích stanic je nižší než zadaná. Na jeho druhý vstup je zapojen signál udávající, že provozuschopné přepouštěcí stanice jsou zapojeny do automatické regulace tlaku páry. Na první vstup pátého obvodu, vytvářejícího logický součin, je zapojen signál udávající, že hltlost provozuschopných přepouštěcích stanic je nižší než zadaná. Na jeho druhý vstup je zapojen signál udávající, že provozuschopné přepouštěcí stanice jsou zapojeny do ruční regulace tlaku páry.

Na první vstup obvodu vytvářejícího logický součet je zapojen signál udávající, že výkon reaktoru je vyšší než výkon mezní, na jeho druhý vstup signál udávající, že regulátor výkonu reaktoru je zapojen do ruční regulace, na třetí vstup výstup třetího obvodu vytvářejícího logický součin, na čtvrtý vstup výstup čtvrtého obvodu vytvářejícího logický součin a na pátý vstup výstup pátého obvodu vytvářejícího logický součin. Výstupní signál prvního obvodu vytvářejícího logický součin je zapojen na první vstup druhého obvodu vytvářejícího logický součin, na jehož druhý vstup je zapojen výstupní signál obvodu vytvářejícího logický součet. Výstup druhého obvodu vytvářejícího logický součin je signál na havarijní odstavení reaktoru ochranou prvního druhu. Pro případ, že blok má pouze jednu turbínu, je signál o uzavření rychlouzavíracích ventilů první turbíny zapojen přímo na první vstup druhého obvodu vytvářejícího logický součin.

Výhodou způsobu havarijní ochrany jaderného reaktoru typu VVER podle vynálezu je, že využívá možnosti pomalejšího odstavení reaktoru systémem automatické regulace výkonu bloku. Havarijní odstavení je provedeno pouze tehdy, kdyby jinak došlo k nepřípustnému otevření pojišťovacích ventilů sekundárního nebo primárního okruhu. Za provozu bloku jsou trvale sledovány signály odpovídající výkonu reaktoru, hltlosti provozuschopných přepouštěcích stanic a pracovním režimům regulačních obvodů bloku, které jsou vyhodnocovány. Ty rozhodují o tom, jestli reaktor při výpadku poslední pracující turbíny bude odstaven havarijní ochranou reaktoru prvního druhu nebo systémem automatické regulace výkonu bloku.

Při výpadku poslední pracující turbíny se v přípustných případech pomalejším odstavením reaktoru omezují teplotní namáhání, což má příznivý vliv na životnost jaderného paliva a komponent elektrárny. Výkon reaktoru lze snížit na nízkou úroveň, kde lze reaktor krátkodobě provozovat do provedení opravy poruchy, která vedla k výpadku turbíny. Opětné uvedení reaktoru na původní výkon je podstatně rychlejší a výrobní ztráty menší, než kdyby byl reaktor odstaven ochranou prvního druhu.

Příklad zapojení pro automatické provedení havarijní ochrany je nakreslen v blokovém schématu logického obvodu na připojeném výkrese.

Zařízení sestává z pěti obvodů logického součinu a jednoho obvodu logického součtu. Na první vstup prvního obvodu 1 vytvářejícího logický součin je zapojen signál 7 o uzavření rychlouzavíracích ventilů, první turbíny a na druhý vstup signál 8 o uzavření rychlouzavíracích ventilů druhé turbíny. Výstupní signál 16 prvního obvodu 1 vytvářejícího logický součin je zapojen na první vstup druhého obvodu 2 vytvářejícího logický součin. Pokud blok má pouze jednu turbínu, signál 7 o uzavření rychlouzavíracích ventilů první turbíny je zapojen přímo na první vstup druhého obvodu 2 vytvářejícího logický součin. Na první vstup třetího obvodu 3 vytvářejícího logický součin je zapojen signál 11 udávající, že hltlost provozuschopných přepouštěcích stanic je vyšší nebo rovna zadané a na druhý vstup signál 14 udávající, že provozuschopné přepouštěcí stanice jsou zapojeny do ruční regulace tlaku páry.

Tento signál je současně zapojen na druhý vstup pátého obvodu 5 vytvářejícího logický součin. Na první vstup čtvrtého obvodu 4 vytvářejícího logický součin je zapojen signál 12 udávající, že hltlost provozuschopných přepouštěcích stanic je nižší než zadaná. Tento signál je současně zapojen na první vstup pátého obvodu 5 vytvářejícího logický součin. Na druhý vstup čtvrtého obvodu 4 vytvářejícího logický součin je zapojen signál 14 udávající, že provozuschopné přepouštěcí stanice jsou zapojeny do automatické regulace tlaku páry. Na pět vstupů obvodu 6 vytvářejícího logický součet jsou zapojeny signál 9 udávající, že výkon reaktoru je vyšší nebo roven meznímu, signál 10 udávající, že regulátor výkonu reaktoru je zapojen do ruční regulace a výstupní signály třetího, čtvrtého a pátého obvodu 3, 4, 5 vytvářejícího logický součin. Výstupní signál 17 obvodu 6 vytvářejícího logický součet je zapojen na druhý vstup druhého obvodu 2 vytvářejícího logický součin. Výstupem tohoto obvodu je signál 15 na havarijní odstavení reaktoru ochranou, prvního druhu.

Uvedené signály mají stejnou hodnotu, pokud rychlouzavírací ventily obou turbin jsou uzavřeny, výkon reaktoru je vyšší nebo roven výkonu meznímu, regulátor výkonu reaktoru je v ruční regulaci, hltlost provozuschopných přepouštěcích stanic je nižší než zadaná, regulátory tlaku páry jsou provozuschopnými přepouštěcími stanicemi odpojeny z automatické regulace a reaktor je odstaven havarijní ochranou prvního druhu. Signál o výkonu reaktoru může být nahrazen i jiným signálem, pomocí něhož lze rovněž vyhodnotit, zda výkon reaktoru je vyšší než mezní.

Zadaná hltlost je hltlost provozuschopných přepouštěcích stanic. Mezní výkon je přibližně lineární funkce této zadané hltlosti. Podle této funkce při zadaných hltlostech 14 % a 60 % celkového parního výkonu bloku je mezní výkon reaktoru přibližně 55 % a 100 % výkonu jmenovitého.

Havarijní ochrana jaderného reaktoru typu VVER podle vynálezu může být provedena automaticky nebo ručně. Například jestliže výkon reaktoru je nižší nebo roven 55 % výkonu jmenovitého, regulátor výkonu reaktoru je zapnut do automatické regulace tlaku páry, hltlost provozuschopných přepouštěcích stanic je vyšší nebo rovna 15 % jmenovitého parního výkonu reaktoru, provozuschopné přepouštěcí stanice jsou zapojeny do automatické regulace tlaku páry, pak při výpadku poslední pracující turbíny uzavřením rychlouzavíracích ventilů havarijní ochrana reaktoru prvního druhu nepůsobí.

Využití vynálezu se předpokládá v energetice na jaderných elektrárnách typu VVER se setrvačnickovými hlavními cirkulačními čerpadly.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob havarijní ochrany jaderného reaktoru typu VVER se setrvačnickovými hlavními cirkulačními čerpadly v případě výpadku poslední pracující turbíny uzavřením rychlouzavíracích ventilů, vyznačující se tím, že po zjištění, že výkon reaktoru je nižší nebo roven meznímu, že regulátor výkonu reaktoru je zapnut do automatické regulace tlaku páry, že hlnost provozuschopných přepouštěcích stanic je vyšší nebo rovna zadané a že provozuschopné přepouštěcí stanice jsou zapojeny do automatické regulace tlaku páry, se výkon reaktoru snižuje působením systému automatické regulace výkonu bloku.

2. Zapojení k provedení způsobu podle bodu 1, vyznačující se tím, že na první vstup prvního obvodu (1) vytvářejícího logický součin je zapojen signál (7) o uzavření rychlouzavíracích ventilů první turbíny a na jeho druhý vstup signál (8) o uzavření rychlouzavíracích ventilů druhé turbíny, na první vstup třetího obvodu (3) vytvářejícího logický součin je zapojen signál (11) udávající, že hlnost provozuschopných přepouštěcích stanic je vyšší nebo rovna zadané a na jeho druhý vstup signál (14) udávající, že provozuschopné přepouštěcí stanice jsou zapojeny do ruční regulace tlaku páry, na první vstup čtvrtého obvodu (4) vytvářejícího logický součin je zapojen signál (12) udávající, že hlnost provozuschopných přepouštěcích stanic je nižší než zadaná a na jeho druhý vstup signál (13) udávající, že provozuschopné přepouštěcí stanice jsou zapojeny do automatické regulace tlaku páry, na první vstup pátého obvodu (5) vytvářejícího logický součin je zapojen signál (12) udávající, že hlnost provozuschopných přepouštěcích stanic je nižší než zadaná a na jeho druhý vstup signál (14) udávající, že provozuschopné přepouštěcí stanice jsou zapojeny do ruční regulace tlaku páry a na první vstup obvodu (6) vytvářejícího logický součet je zapojen signál (9) udávající, že výkon reaktoru je vyšší než výkon mezní, na jeho druhý vstup signál (10) udávající, že regulátor výkonu reaktoru je zapnut do ruční regulace, na třetí vstup výstup třetího obvodu (3) vytvářejícího logický součin, na čtvrtý vstup výstup čtvrtého obvodu (4) vytvářejícího logický součin a na pátý vstup výstup pátého obvodu (5) vytvářejícího logický součin, přičemž výstupní signál (16) prvního obvodu (1) vytvářejícího logický součin je zapojen na první vstup druhého obvodu (2) vytvářejícího logický součin, na jehož druhý vstup je zapojen výstupní signál (17) obvodu (6) vytvářejícího logický součet, když výstupem druhého obvodu (2) vytvářejícího logický součin je signál (15) na havarijní odstavení reaktoru ochranou prvního druhu.

3. Zapojení podle bodu 2, vyznačující se tím, že signál (7) o uzavření rychlouzavíracích ventilů první turbíny, v případě, že blok má pouze jednu turbínu, je zapojen přímo na první vstup obvodu (2) vytvářejícího logický součin.

