



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

201 194

(11) (B1)

(61) Autorské osvědčení je závisek na 190 161
(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 17 03 78
(21) PV 1713-78

(51) Int. Cl.³ G 21 G 15/18

(40) Zveřejněno 29 02 80
(45) Vydáno 01 03 83

(75)
Autor vynálezu SÝKORA DALIBOR, ing., PRAHA

(54) Pasivní bezpečnostní zařízení pro omezení následků nadprojektové havárie jaderné elektrárny s vodovodním reaktorem

1

Vynález se týká pasivního bezpečnostního zařízení pro omezení následků nadprojektové havárie jaderné elektrárny s vodovodním reaktorem a vychází ze způsobu havarijního dochlazování tlakovodního jaderného reaktoru popsaného v popise vynálezu k čs. autorskému osvědčení čísl. 190161. U starších generací reaktorů tohoto typu, které ještě nemají systémy havarijního dochlazování, omezuje vynález následky tzv. nadprojektové havárie primárního okruhu. U poslední generace vodovodních reaktorů středního výkonu, a také u vodovodních reaktorů velkého výkonu, představuje nový technický návrh spolehlivou zálohu ke stávajícím systémům havarijního dochlazování. Příslušné přídatné bezpečnostní zařízení pracuje samočinně a na principu pasivní funkce.

V současné době se jaderné elektrárny už projektují a některé již realizují i provozují podle velmi přísných bezpečnostních kritérií, která si mimo jiné vynucují realizaci různých systémů havarijního dochlazování. Tyto systémy jsou vyloženy na zvládnutí tzv. projektové havárie, za níž se dnes považuje náhlá a úplná porucha primárního potrubí. Starší generace vodovodních reaktorů jsou založeny na bezpečnostní filosofii omezené poruchy primárního okruhu, která je pak respektována projekčním řešením a tedy i celkovým provedením jaderné elektrárny. U těchto již provozovaných eventuálně i ještě budovaných jaderných elektráren s vodovodními reaktory starší generace již nelze moderní dochlazova-

cí havarijní systémy dodatečně realizovat, což je vzhledem k dnešním kritériím základní nebo koncepční nevýhodou příslušných elektráren. Různé aspekty této nevýhody se nepříznivě promítají zejména do povolovacího řízení, bezpečnosti vlastního provozu, i ekologie dané lokality. Překonaná bezpečnostní koncepce může být i potenciální příčinou případných diskusí nebo sporů ve smyslu připomínek k energetickému provozu těchto reaktorů ze zahraničí.

Výše uvedenou koncepční nevýhodu zmenšuje dodatečně nainstalovatelné pasivní bezpečnostní zařízení podle tohoto vynálezu, sestávající z jednosměrného propojovacího potrubí, které je nainstalováno přímo nebo nepřímo mezi vodní prostor sekundární strany parogenerátorů, popřípadě i vodní prostor napájecí nádrže a potrubí primárního okruhu nebo vodovodní reaktor, přičemž v jednosměrném propojovacím potrubí jsou umístěny uzavírací armatura a zpětná armatura nebo rychločinná otevírací armatura, nebo průtržná membrána.

Charakteristikou pokrokovosti nového technického návrhu mimo podstatného snížení významu výše uvedené koncepční nevýhody jsou tyto hlavní další výhody:

realizace přídavného zařízení představuje relativně nepatrné investiční vícenáklady, instalace přídavného zařízení vykazuje malou pracnost a může být provedena i dodatečně, tj. během plánovaného odstavení reaktoru po určitém období provozu, zvláště budou-li už před prvním energetickým provozem vytvořena napojovací místa na straně k primárnímu okruhu a

napojení bude provedeno nepřímo, tj. přes stávající "podružná" potrubí menších průměrů, takže nevzniká nutnost úprav na tlakové nádobě reaktoru, ani na tělesech parogenerátorů, ani na potrubí primárního okruhu.

Na přiloženém výkresu představuje obr. 1 principiální schéma primárního okruhu jaderné elektrárny s jedním z více možných řešení předmětného propojení, zatímco obr. 2 a obr. 3 znázorňují varianty vlastního propojovacího zařízení, které je zařízením přídavným. Na obr. 1 je znázorněna jedna ze šesti smyček primárního okruhu jaderné elektrárny s vodovodním reaktorem. Smyčka ale reprezentuje všech pět smyček intaktních. Šestá, havarovaná smyčka nakreslena není, ale nahrazuje ji znázorněný havarijní výtok z příslušných hrdel reaktoru. Smyčka sestává z vodovodního reaktoru 1, parogenerátoru 2, oběhového čerpadla 3, potrubí primárního okruhu 4 a hlavních uzavíracích armatur 5. Dále je přikreslena napájecí nádrž 6 a také přídavné zařízení tvořené jednosměrným propojovacím potrubím 7, uzavírací armaturou 8 a zpětnou armaturou 9. Pro názornost je k parogenerátoru 2 přikresleno i potrubí napájecí vody 13 a potrubí páry 14. Funkce primárního okruhu je zřejmá z názvů jednotlivých zařízení a není proto nutné ji popisovat. Funkce zařízení přídavného je rovněž velmi jednoduchá. Spočívá v zajištění samočinného přítoku teplotního média sekundárního okruhu do okruhu primárního při jeho superhavarijních stavech. Při nich v důsledku nadprojektové havárie nekompenzovatelný únik primárního média vede k rychlému a trvalému klesání tlaku v primárním okruhu a hrozí mimo jiné i ztráta chlazení aktivní zóny se všemi dalšími nebezpečnými následky. Je zřejmé, že k samočinnému otevře-

rání zpětné armatury 2, nebo k funkci rychločinné otevírací armatury 10, či k prasknutí průtržné membrány 11, dojde vždy při změně směru tlakového rozdílu mezi primárním a sekundárním okruhem, tj. v okamžiku, kdy tlak v primáru klesne pod provozní tlak v tělese parogenerátoru 2 respektive později i pod tlak v napájecí nádrži 6. Symbolem -H je znázorněno, že uzavírací armatura 8 se uzavře po dosažení zadané minimální hladiny vody v parogenerátoru 2, respektive v napájecí nádrži 6. Tečkovaná čára značí přenos impulsu. Na obr. 2 je varianta propojovacího potrubí 7 spočívající v instalaci rychločinné otevírací armatury 10 místo výše uvedené zpětné armatury. Funkce tohoto propojení nastává rovněž při vzniku rozdílu tlaků ve směru sekundární okruh - primární okruh, kdy již neočíslovaný hydraulický servopohon otevře rychločinnou otevírací armaturu 10. Ukončení průtoku opět zajišťuje uzavírací armatura 8. Na obr. 3 je uvedena rovnocenná a funkčně stejná varianta propojení, jejíž velkou předností je dokonalá těsnost za normálního provozu. Využívá průtržné membrány 11, kterou za normálního provozu odlehčuje opěrná mříž 12. Je zřejmé, že po každém zafungování tohoto propojení je nutné průtržnou membránu 11 vyměnit za novou, což je nevýhodou této varianty. Zmíněné varianty je možné účelně kombinovat, tj. jejich odlišné prvky sériově anebo paralelně řadit nebo spojovat.

Konkrétní předběžné úvahy byly vztaženy na šestismyčkový primární okruh s vodovodním reaktorem o tepelném výkonu 1375 MW, z něhož se tepelná energie přenáší do šesti ležatých parogenerátorů pomocí nuceného oběhu vody v potrubí primárního okruhu o vnitřním průměru 492 mm. Pracovní parametry primární tlakové vody jsou: tlak 12,25 MPa a střední teplota přibližně 284 °C. Pracovní parametry sekundárního okruhu jsou: tlak v parogenerátoru 4,61 MPa a teplota odpovídá stavu sytosti; tlak v napájecí nádrži je 0,7 MPa a teplota též odpovídá stavu sytosti. Pro nepřímé jednosměrné propojení se na straně sekundáru dá využít jednak dvanácti hrdel, respektive potrubí pro trvalý odluh o vnitřním průměru 48 mm, jednak šesti potrubí o vnitřním průměru 78 mm pro periodický odluh, jednak i šesti hrdel drenážních o vnitřním průměru 78 mm. Na straně k primárnímu okruhu lze k propojení využít celkem dvanácti potrubí, jimiž jsou k potrubí primárního okruhu připojeny výtlaky havarijních doplňovacích čerpadel. Tato vysokotlaká potrubí o vnitřním průměru 47 mm mají ale vestavěny omezující dýzy. Též je možné využít plnicí potrubí o vnitřním průměru 73 mm, které je připojeno přímo na víko reaktoru. Součty průřezů uvedených potrubí představují u šesti parogenerátorů jedno potrubí o ekvivalentním vnitřním průměru 319 mm. Vstupy do primárního okruhu reprezentují jedno ekvivalentní potrubí o vnitřním průměru 178 mm. Poměr součtových průřezů na vstupu a výstupu propojení vychází 3,2. To je výhodné z hlediska tvorby dvoufázové směsi z teplotnosného média při jeho průtoku propojením, neboť k částečnému odparu bude docházet prakticky až v blízkosti, respektive uvnitř potrubí primárního okruhu. Orientačně vychází výkon navrhovaného propojení několikanásobně větší než je výkon stávajících havarijních doplňovacích čerpadel.

Po náležitém výzkumu nového technického návrhu pomocí současných matematických modelů, které popisují složité průběhy a vyhodnocují následky havárií vyvolaných únikem (rychlým) teplotnosného média z primárního okruhu, popřípadě i po jeho experimentálním ověře-

ní, bude instalace uvedeného přídavného zařízení výhodná u všech jaderných elektráren s vodovodními reaktory starší generace, které se buď již provozují nebo ještě budují v některých zemích socialistického tábora.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Pasivní bezpečnostní zařízení pro omezení následků nadprojektové havárie jaderné elektrárny s vodovodním reaktorem, které je vhodné zejména pro reaktory bez moderních systémů havarijního dochlazování pro způsob havarijního dochlazování podle čs. autorského osvědčení č. 190161, vyznačené tím, že sestává z jednosměrného propojovacího potrubí (7), které je nainstalováno přímo nebo nepřímo mezi vodní prostor sekundární strany parogenerátoru (2), popřípadě i vodní prostor napájecí nádrže (6), a potrubí primárního okruhu (4) nebo vodovodní reaktor (1) přičemž v jednosměrném propojovacím potrubí (7) jsou umístěny uzavírací armatura (8) a zpětná armatura (9) nebo rychločinná otevírací armatura (10), nebo průtržná membrána (11).

3 výkresy

O P R A V A

popisu vynálezu k autorskému osvědčení č. 201 194
Int.Cí. G 21 C 15/18

V popisu vynálezu k autorskému osvědčení č. 201 194 má být
v záhlaví:

Místo: 201 194
 /11/ /B₁/

Správně: 201 194
 /11/ /B₃/

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY
