



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

210463

(11)

(B3)

(61) Autorské osvědčení je závislé na autorském osvědčení č. 177 368

(22) Přihlášeno 27 08 79

(21) (PV 5815-79)

(40) Zveřejněno 29 05 81

(45) Vydáno 15 02 83

(51) Int. Cl.³
G 21 C 15/18

(75)

Autor vynálezu

SÝKORA DALIBOR ing., PRAHA

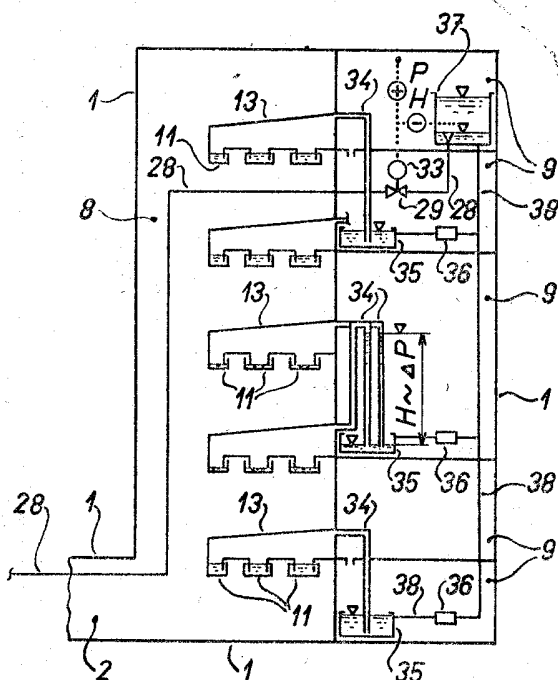
(54) Barbotážně vakuový systém lokalizace havárií v jaderné elektrárně

1

Vynález podle PV 5815-79 o názvu „Barbotážně vakuový systém lokalizace havárií v jaderné elektrárně“ se týká úzkého ale významného oboru jaderné energetiky, který je dnes formou státních cílových programů rozvíjen a realizován v zemích RVHP. Vynález řeší problematiku zvyšování spolehlivosti funkce strategického bezpečnostního systému standardní dvouokruhové jaderné elektrárny sovětské koncepce, a to jednak zhomogenizováním příslušné soustavy technických prvků, jednak maximálně možným zlepšením udržitelnosti nejnáročnějších elementů systému. Podstata vynálezu spočívá v náhradě zdvojených zpětných armatur velké světlosti hydraulickými uzávěry a v přemístění veškeré, častou kontrolu a údržbu vyžadující armatury barbotážního kondenzátoru do druhého prostoru, který může být za normálního provozu přístupný. Uvedená náhrada z hlediska technologických, hydraulických a teplotních parametrů systému vykazuje jen příznivé efekty. Představitelem vynálezu je asymetrický jednosměrný, tj. zpětně vysokotlaký neprůchozí vodní uzávěr, sestávající z potrubí uzávěru (34) a nádoby uzávěru (35). Jeho význaky jsou dokonalá těsnost a naprostá funkční spolehlivost, jimiž je zabezpečena nezbytná hydraulicko-tepelná

2

rovnoměrnost funkce daného mnohokanálového paralelně řazeného systému.



Vynález se týká barbotážně vakuového systému lokalizace havárií v jaderné elektrárně s vodovodním reaktorem, který zabráňuje vzniku nepřipustných následků projektových havárií primárního okruhu, a to jak ve vlastní elektrárně, tak zejména v jejím okolí. Vynález odstraňuje slabá místa doposud vyprojektovaných systémů lokalizace havárií, které jsou v ČSSR chráněny autorským osvědčením číslo 177368, čímž zvyšuje funkční spolehlivost lokalizačních plynových, respektive spolehlivost celého barbotážně vakuového systému. Aplikací vynálezu se jednak zvětší provozní bezpečnost standardních bloků bezkontejnmentových jaderných elektráren s vodovodními, respektive tlakovodními reaktory nižších výkonů, jednak sníží riziko radioaktivního zamoření vnitřního i vnějšího okolí v případě selhání tohoto prvořadého bezpečnostního systému, jímž barbotážně vakuový lokalizační systém bezesporu je.

Dosavadní vývoj, respektive dnešní stav techniky barbotážně vakuového systému lokalizace havárií je dán projektovým řešením poslední generace jaderných elektráren sovětské bezkontejnmentové koncepce, ve kterých jsou instalovány dva reaktory vodovodního typu o jmenovitém elektrickém výkonu 2 x 440 MW. Z hlediska radiační bezpečnosti mohou tyto jaderné elektrárny dosáhnout stejný, případně i vyšší stupeň bezpečnosti, než jaký dnes mají nejmodernější zahraniční jaderné elektrárny s tlakovodními reaktory, umístěnými v kontejnmentu, jestliže bude především jejich systém lokalizace havárií doveden k vysoké technické úrovni a k extrémní funkční spolehlivosti. Dnešní systém sestává jednak z první soustavy hermetických prostorů, v nichž je umístěno zařízení primárního kruhu a vodních sprch, jednak z druhé soustavy hermetických prostorů, jimiž jsou lokalizační plynojemy respektive lapače vzduchu, které představují prostředky pro zadržení radioaktivního média ohrožujícího po havárii okolí. Vodní sprchy slouží k rychlému snížení pohavarijního tlaku v prvním hermetickém prostoru. Přitom fundamentálním technologickým zařízením systému je mohutný vodní kontaktní kondenzátor barbotážního typu, který je umístěn z hlediska havarijního toku médií na konci prvního hermetického prostoru, tj. před vstupy vzduchu do druhého hermetického prostoru, který je od prvního hermetického prostoru oddělen zdvojenými zpětnými armaturami velké světelnosti. Principiální funkce systému spočívá v zachycení energie a hmoty vodní páry, uvolněné z havarovaného primárního okruhu do prvního hermetického prostoru, barbotážním kondenzátorem, jímž nekondenzující složky vzniklé parovzdušné směsi, tj. zejména vzduch z prvního hermetického prostoru, projdou dále do druhého hermetického prostoru, z něhož se pak nemohou vrátit ani při velkém poklesu tlaku v prvním

hermetickém prostoru vyvolaném činností sprch. Potřebná poměrně dlouhodobá separace směsi vzduchu a z chladiva desorbovaných eventuálně i z paliva uvolněných štěpných plynů je zde vázána či podmíněna vysoce kvalitní a spolehlivou funkcí výše uvedených zpětných armatur, vytvářejících hranici mezi prvním a druhým hermetickým prostorem. Je zřejmé, že uvedený parovzduchovodní systém pracující principiálně s vysokým stupněm pasivnosti funkce je při použití mechanických prvků, tj. zpětných armatur klapkového typu navíc ještě zdvojených, degradován na systém nekonzistentní či nehomogenní, obsahující výrazná kritická či slabá místa, jimiž je dána, respektive omezena, jeho spolehlivost, což je jeho koncepční nevýhodou.

Výše uvedená nevýhoda je zcela odstraněna u barbotážně vakuového systému lokalizace havárií podle tohoto vynálezu, spočívajícího v tom, že uvnitř respektive před druhým prostorem jsou instalovány asymetrické jednosměrné, tj. zpětně vysokotlaké neprůchozí vodní uzávěry, sestávající z potrubí uzávěrů a nádob uzávěrů, které jsou přes samočinné plovákové ventily propojeny doplňovacím potrubím s gravitační nádrží, která je dále spojena jednak přes samočinnou uzavírací armaturu prostřednictvím spojovacího potrubí se sprchami, instalovanými v prvním prostoru, jednak se žlaby, a to obdobně jako s nádobami uzávěrů, přičemž všechna častější kontrolu a údržbu vyžadující zařízení barbotážního kondenzátoru, zejména jeho armatury, jsou umístěna v druhém prostoru, který je za provozu přístupný.

Technický pokrok nového chráněného systému oproti dosavadním lokalizačním systémům je dán následujícími výhodami. Za prvé, nový systém lokalizace havárií je zcela konzistentní, neobsahuje slabá místa, takže bude fungovat s maximální dosažitelnou spolehlivostí. Za druhé, vodní uzávěry budou klást vzduchu proudícímu při havárii do druhého prostoru podstatně menší odpor, než jaký kladou zdvojené zpětné klapky, které z funkčních důvodů musí být konstruovány v tzv. uzavřeném provedení, což znamená, že v klidové poloze už musí lehce dosedat a zcela těsnit. Tím bude zvětšeno plnění druhého prostoru vzduchem. Za třetí, sice podružným, ale též pozitivním faktorem dále zvětšujícím plnění druhého prostoru je teplotní efekt vodních uzávěrů, jehož výsledkem bude mírné dochlazení vzduchu před jeho vstupem do druhého prostoru. Za čtvrté, vypuštěním zdvojených zpětných klapek odpadá jejich častá pravidelná a stereotypní kontrola stavu a funkční způsobilosti, i jejich příslušná údržba. Za páté, umístěním veškerého armaturovaného příslušenství barbotážního kondenzátoru do druhého prostoru budou všechny jeho armatury přístupné i během normálního provozu, takže jejich provozní kontroly a údržba ne-

budou vázány na odstavení bloku za účelem výměry paliva. Sníží se tím nerovnoměrnost údržby bloku, pro kterou je mezikampaňová odstávka vysoce exponovaným obdobím. Je evidentní, že z hlediska ohrožení personálu je kategorický rozdíl mezi prostředím v prvním a druhém hermetickém prostoru, a to jak během normálního provozu, tak zejména při vzniku některé z projektových havárií primárního okruhu. Za šesté, instalační vodní gravitační nádrže ve druhém hermetickém prostoru vzniká možnost realizace z ní napojeného samočinného doplňování vody jak v nádobách uzávěru, tak i ve žlabech barbotážního kondenzátoru. Dalším a současně velice účelným využitím jejího vodního obsahu při projektové havárii ve sprchách prvního hermetického prostoru je vytvořena vysoce spolehlivá, pohotovostní pasivně fungující záloha k aktivnímu sprchovému zařízení. Přitom je využito i tlakové energie vzduchu, který je po natlačení do lapačů během první etapy havárie lokalizován v druhém hermetickém prostoru.

Na přiloženém výkresu jsou schematicky nakreslena nejdůležitější zařízení koncové části inovovaného barbotážně vakuového systému lokalizace havárií, kterým lze v rámci zvyšování radiační bezpečnosti vybavovat nové dvouokruhové jaderné elektrárny s vodovodními reaktory. Na výkresu je zároveň principiálně naznačeno i dispoziční uspořádání koncové části systému, který jako celek je uzavřen v hermeticky těsném obalu 1, v němž se tedy nalézá jak první prostor 2, jehož koncovou částí je šachta 8, tak druhý prostor 9, který bývá vertikálně rozdělen. V šachtě 8 je rozmístěn barbotážní kondenzátor, sestávající v podstatě ze žlabů 11 naplněných vodou a ze skříní 13, přičemž jimi vymezený meziprostor má za sebou místo dříve používaných zpětných klapek asymetrický vodní uzávěr, vytvořený z potrubí 34 uzávěru a nádoby 35 uzávěru, která je rovněž naplněna vodou. Všechny vodní uzávěry jsou sice umístěny už ve druhém prostoru 9, tj. v lapačích vzduchu, neboli v lokalizačních plynojelech, ale přitom samy vytvářejí skutečnou hranici mezi prvním prostorem 2 respektive šachtou 8 a druhým prostorem 9. Nádoby 35 uzávěrů jsou plněny a doplňovány vodou z gravitační nádrže 37, umístěné v nejvyšším podlaží druhého prostoru 9, a to prostřednictvím doplňovacího potrubí 38, v němž jsou nainstalovány samočinné plovákové ventily 36. Gravitační nádrž 37 je mimo to napojena jednak na sprchový systém umístěný ve zde již nenakreslené části prvního prostoru 2, a to pomocí spojovacího potrubí 28, v němž je samočinná uzavírací armatura 29, která je ovládána servomotorem 33, jednak na žlaby 11 - což rovněž už není nakresleno - obdobným způsobem, jako na nádoby 35 uzávěru. Funkce inovovaného systému je stejná s funkcí systému původ-

ního, která je známa z odborné literatury, takže ji není účelné popisovat. Zato je nutné krátce vysvětlit funkci hlavního inovačního prvku nového systému, jímž je zmíněný vodní uzávěr. V horní a spodní části výkresu je nakreslen vodní uzávěr při normálním či bezporuchovém provozu bloku. Ve střední části výkresu je znázorněn stav vodního uzávěru po první etapě havárie na primárním okruhu. Během normálního provozu bloku prakticky neexistují rozdíly tlaků mezi prvním prostorem 2 a druhým prostorem 9. Přitom je jak ve žlabech 11, tak v nádobách 35 uzávěrů normální stav vody, při kterém jsou potrubí 34 uzávěru vyplněna vzduchem. Krátce po vzniku havárie začne proudit směs vzduchu a uvolněné vodní páry do šachty 8, ve které rychle roste tlak. Vzápětí dojde k vlastní barbotáži parovzdušné směsi ve vodě, nacházející se ve žlabech 11. Pára ve vodě kondenzuje a vzduch s nepatrnou časovou prodlevou začne proudit do potrubí 34 uzávěru a dále, po proražení nízké vodní vrstvy v nádobě 35 uzávěru, do druhého prostoru 9, ve kterém tím vzrůstá tlak. Po vyrovnání tlaků se začne - vlivem kondenzace páry - uvnitř prvního prostoru 2 rychle snižovat tlak, což vede k vylití či vysání vody ze žlabů 11 do prvního prostoru 2 a samozřejmě i k nasátí vody z nádob 35 uzávěrů do svislých úseků potrubí 34 uzávěrů. Je evidentní, že nesmí dojít k zpětnému průrazu vodního uzávěru. Triviální podmínku vyjadřují naznačené relace výškového rozdílu hladin v potrubí 34 uzávěru a v nádobě 35 uzávěru vůči délce vertikálního úseku potrubí 34 uzávěru. Tento úsek musí být vždy o něco větší než výška H odpovídající maximálnímu rozdílu tlaků ΔP mezi druhým prostorem 9 a prvním prostorem 2 v průběhu celé havárie. Pokud jde o gravitační výtok vody z gravitační nádrže 37 spojovacím potrubím 28 do již neznázorněných sprch, dochází k němu při otevření samočinné uzavírací armatury 29 servomotorem 33, pro který spouštěcím impulzem pro otevření je $+P$, tj. zadaná hodnota tlaku ve druhém prostoru 9 a spouštěcím impulzem pro uzavření $-H$, tj. zadaná hodnota spodní hladiny vody uvnitř gravitační nádrže 37. Je zřejmé, že uzavírání výtoků lze řešit, respektive zálohovat, i dosednutím již neznázorněného plováku na výtokové hrdlo v gravitační nádrži 37.

Předběžné aplikace vynálezu se týkají konkrétního projektu barbotážně vakuového systému lokalizace havárií u bloků s vodovodními reaktory o jednotkovém tepelném výkonu 1375 MW. V průběhu projektové havárie činí maximální rozdíl tlaků mezi oběma hermetickými prostory přibližně 0,11 MPa, čemuž odpovídá konstrukční výška potrubí uzávěru cca 12 m. Dosavadní dispozice dvanáctipatrového uspořádání barbotážního kondenzátoru s výškou roztečí žlabů 3,15 m zůstává zachována. Druhý prostor je účelné rozdělit výškově na 3 oddělené lo-

kalizační plynojemy, takže každý z nich je pro 4 patra žlabů barbotážního kondenzátoru, což už vyhovuje výškovým nárokům vodních uzávěrů. Je zřejmé, že pro dispoziční výškové uvolnění je možné například instalovat každou nádobu uzávěru v druhém prostoru o jedno podlaží níže, přičemž je nutné buď uzavřené provedení nádob uzávěrů a jejich odvodu do nejbližšího vyššího lokalizačního plynojemu, nebo pro-

pojení podlaží druhého prostoru, což je naznačeno v horní a spodní části výkresu.

Lze předpokládat, že po jednoduché korekci stávajících projektů bude mít předmětná inovace barbotážně vakuového systému lokalizace havárií naděje na rychlé realizování nejen v ČSSR, ale i v dalších zemích, ve kterých probíhá nebo se připravuje výstavba příslušných jaderných elektráren.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Barbotážně vakuový systém lokalizace havárií v jaderné elektrárně s vodovodním reaktorem podle autorského osvědčení číslo 177368, vyznačený tím, že uvnitř, respektive před druhým prostorem (9), systému jsou instalovány asymetrické jednosměrné, tj. zpětné vysokotlaké neprůchozí vodní uzávěry, sestávající z potrubí (34) uzávěrů a nádob (35) uzávěrů, které jsou přes samočinné plovákové ventily (36) propojeny doplňovacím potrubím (38) s gravitační ná-

drží (37), která je dále spojena jednak přes samočinnou uzavírací armaturu (29) spojovacího potrubí (28) se sprchami, instalovanými v prvním prostoru (2), jednak se žlaby (11), a to jako s nádobami (35) uzávěrů, přičemž příslušenství vyžadující kontrolu a údržbu, zejména samočinná uzavírací armatura (29) a samočinné plovákové ventily (36), je umístěno v druhém prostoru (9).

1 list výkresů

