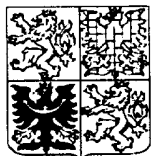


(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **1242-93**

(22) Přihlášeno: **22. 06. 93**

(30) Právo přednosti:
24. 06. 92 US 92/903683

(40) Zveřejněno: **16. 03. 94**
(Věstník č. 3/94)

(47) Uděleno: **09. 12. 97**

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: **18. 02. 98**
(Věstník č. 2/98)

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.⁶:
G 21 C 17/07
G 21 C 17/04

(73) Majitel patentu:

WESTINGHOUSE ELECTRIC
CORPORATION, Pittsburgh, PA, US;

(72) Původce vynálezu:

McDermott Daniel Joseph, Export, PA, US;
Schrader Kenneth Joseph, Pittsburgh, PA,
US;
Schulz Terry Lee, Murrysville, PA, US;

(74) Zástupce:

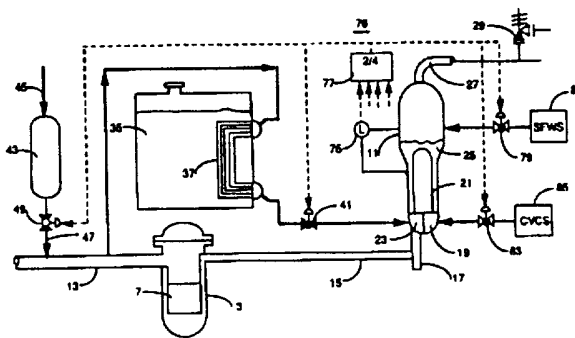
Čermák Karel JUDr. advokát, Národní 32,
Praha 1, 11000;

(54) Název vynálezu:

Tlakovodní reaktor

(57) Anotace:

Tlakovodní reaktor (1) se zmírňováním účinků netěsností je opatřen indikačním prostředkem (75) pro měření hladiny napájecí vody, kterým je čidlo výšky hladiny v parním generátoru (11), který má porušenou teplosměnnou trubku (21). Indikační prostředek (75) pro měření hladiny napájecí vody je spojen přes logickou jednotku (77) s prvním ventilem (41), a výměník (37) tepla, ponořený v zásobní nádrži (35), je propojen s primárním okruhem ventilem (41) a logickou jednotkou (77), spojenou s indikačním prostředkem (75) pro měření hladiny napájecí vody.



Tlakovodní reaktor

Oblast techniky

5

Vynález se týká tlakovodního reaktoru se zmírňováním účinků netěsností, zejména při porušení trubek parního generátoru, při použití pasivních bezpečnostních systémů reakcí na vznik netěsnosti bez potřeby zásahu obsluhy.

10

Dosavadní stav techniky

V tlakovodním reaktoru (PWR) jaderné elektrárny obíhá chladicí médium ve formě lehké vody aktivní zónou reaktoru, kde se ohřívá řízenými reakcemi štěpení paliva, obsaženého v palivových zařízeních, tvořících aktivní zónu. Ohřáté chladicí médium je vedeno v primárním okruhu horkou větví do parního generátoru, kde prochází trubkami výměníku tepla a potom se vrací do aktivní zóny chladnou větví. Napájecí voda, zaplavující trubky výměníku tepla v parním generátoru, to znamená, že její hladina je nad těmito trubkami, se přeměňuje na páru, která se vede druhým okruhem do turbogenerátoru, umístěného mimo vnitřní objem, využívajícího páru pro výrobu elektrické energie.

Jestliže v jedné z tisíců teplosměnných trubek výměníku tepla v parním generátoru vznikne netěsnost, uniká chladicí médium z primárního okruhu do napájecí vody na sekundární straně parního generátoru. Dojde tedy k porušení bariéry mezi primárním a sekundárním okruhem, což má několik nepříznivých důsledků. Za prvé dojde k úniku chladicího média z chladicího systému reaktoru. Tlakovodní reaktor obsahuje tlakovací nádrž, což je nádrž, obsahující chladicí médium reaktoru a páru, která udržuje tlak v primárním okruhu. Při malých porušeních teplosměnné trubky parního generátoru může udržovat tlakovací nádrž tlak v primárním okruhu delší dobu.

Obvykle je tlakovodní reaktor rovněž vybaven takzvaným chemickým a objemovým ovládacím systémem, který reguluje koncentraci moderátoru v chladicím médiu a provádí doplňování chladicího média. V případě menšího porušení teplosměnné trubky parního generátoru provádí chemický a objemový ovládací systém doplňování unikajícího chladicího média. Tento systém však dodává chladicí médium do primárního okruhu pod tlakem, takže chladicí médium uniká kontinuálně vzniklým porušeným místem.

Tlakovodní reaktory jsou rovněž opatřeny bezpečnostními vstřikovacími systémy, které vstřikují chladicí médium do reaktoru, jestliže tlak klesl pod předem stanovenou úroveň. Tlakovodní reaktory jsou dále opatřeny doplňovací nádrží, která se používá pro doplňování, avšak rovněž pro zaplavlávání aktivní zóny reaktoru v případě velkého úbytku chladicího média při havárii.

Další nepříznivý účinek porušení teplosměnné trubky parního generátoru spočívá v tom, že dojde k zaplavení sekundární strany parního generátoru. Automatická kontrolní zařízení, která regulují hladinu napájecí vody v parním generátoru, ukončí přítok napájecí vody do sekundární strany parního generátoru v případě unikání chladicího média z primárního okruhu. V případě ukončení přítoku napájecí vody, jestliže je unikání dosti velké, může dokonce chladicí médium z primárního okruhu zcela zaplavit sekundární stranu parního generátoru a přetéci do sběrného potrubí pro odvádění páry. Výsledkem toho je, že může dojít k úniku radiace bezpečnostními odlehčovacími ventily tlaku, upravenými v sekundárním okruhu.

50

V případě porušení teplosměnné trubky parního generátoru musí obvykle obsluha provádět mnoho úkonů. Za prvé musí identifikovat, že došlo k této události. To je možno provést pozorováním a porovnáváním hladin napájecí vody v alespoň dvou parních generátorech celého zařízení. Parní generátor, ve kterém napájecí voda stoupá rychleji než v druhém parním

generátoru, má tedy poruchu. K identifikaci tohoto stavu může rovněž napomoci měření úrovní radiace ve výstupních potrubích z parního generátoru. Obsluha musí izolovat porušený parní generátor uzavřením hlavního parního potrubí příslušným ventilem tohoto parního generátoru. Reaktor je potom chlazen pouze neporušeným parním generátorem snižováním tlaku parní strany. Obsluha buď sníží nastavení hodnoty tlaku regulačního odtokového ventilu, který vypouští páru do kondenzátoru, nebo provede nastavení hodnoty tlaku odlehčovacího ventilu nebo ventilů, ovládajících výkon parního generátoru. Jestliže je reaktor ochlazován dostatečně (na asi 28 °C), je možno snížit tlak v reaktoru na hodnotu, rovnající se tlaku v izolovaném porušeném parním generátoru, což ukončí unikání chladicího média. Normálně to provádí obsluha otevřením vstřikovacího ventilu tlakovací nádrže, což způsobí kondenzaci určitého množství páry v této tlakovací nádrži, a tím i snížení tlaku.

Normální reakcí uvedeného bezpečnostního vstřikovacího systému je provést vstřikování pod vysokým tlakem za předpokladu vzniku havarijní události. Jakmile se však tlak v reaktoru sníží na hodnotu, rovnající se tlaku v porušeném parním generátoru (obvykle na asi 0,75 MPa), budou samozřejmě vysokotlaká čerpadla bezpečnostního vstřikovacího systému zvyšovat vstřikování a budou mít snahu reaktor opět natlakovat. Pro zabránění tohoto natlakování neboli zvyšování tlaku, které by mohlo obnovit unikání chladicího média z teplosměnné trubky parního generátoru, je nutno vstřikovací čerpadla zastavit. Obsluha proto musí pečlivě sledovat stav reaktoru pro bezpečné zajištění zastavení funkce vysokotlakých vstřikovacích čerpadel.

Tyto postupy se provádějí při porušení jediné teplosměnné trubky parního generátoru. Regulátory jsou však obvykle určeny i pro případ porušení několika teplosměnných trubek parního generátoru, a to v rozsahu od tří do sedmi porušení teplosměnných trubek. Ve známých jaderných zařízeních může tato událost způsobit přeplnění porušeného parního generátoru, vzhledem k velmi velké požadované rychlosti reakce obsluhy.

V současné době probíhá rozvoj pasivních bezpečnostních systémů pro tlakovodní reaktory. Tyto pasivní systémy nejsou založeny na aktivních komponentách, jako jsou čerpadla, a nevyžadují žádnou činnost obsluhy. Patent US 4 753 771, udělený stejnému přihlašovatelci jako předložený vynález, se týká pasivních bezpečnostních systémů pro tlakovodní reaktory. Jedním z těchto systémů je pasivní systém pro odnímání tepla, který používá výměník tepla ("PRHR HX"), ponořeného v chladném chladicím médiu v doplňovací nádrži, a zapojeného mezi horkou a chladnou větev primárního okruhu. Ventil, normálně uzavřený, brání za normálních podmínek průtok chladicího média tímto výměníkem tepla. Když teplota chladicího média dosáhne předem stanovené hodnoty, což by mohlo nastat například v tom případě, jestliže z parního generátoru nebylo dostatečně odváděno teplo, ventil se otevře a chladicí médium reaktoru je vedeno výměníkem tepla, ve kterém je mu teplo odnímáno. Pasivní systém pro odnímání tepla, tvořený výměníkem tepla, může být alternativně uveden do činnosti tím, že hladina napájecí vody v parním generátoru klesne pod předem stanovenou úroveň.

Dalším pasivním bezpečnostním systémem, popsáným v patentu US 4 753 771, je doplňovací nádrž aktivní zóny. Tato doplňovací nádrž (nebo nádrže) obsahuje chladicí médium a je natlakována parou, přiváděnou parním potrubím z tlakovací nádrže. Ventil, normálně uzavřený, izoluje tuto doplňovací nádrž (nebo nádrže) aktivní zóny od primárního okruhu. Jestliže hladina kapaliny v tlakovací nádrži klesne pod předem stanovenou úroveň, ventil se otevře a umožní propojení doplňovací nádrže (nebo nádrží) s primárním systémem. Doplňovací nádrž aktivní zóny je instalována relativně vůči tlakovací nádrži tak, že za těchto podmínek bude úroveň hladiny kapaliny v doplňovací nádrži dostatečná pro doplňování chladicího média do primárního okruhu. Toto doplňování se provádí v případě menších úbytků chladicího média při porušení teplosměnné trubky parního generátoru, tento systém však nereaguje do té doby, dokud hladina v tlakovací nádrži neklesla na předem stanovenou úroveň.

Úkolem vynálezu proto je vytvořit vylepšené zařízení, reagující na porušení teplosměnné trubky parního generátoru, při němž se rychle ukončí unikání chladicího média a současně se zajistí náležitě pokračující ochlazování aktivní zóny reaktoru, zejména u zařízení, která používají pasivních bezpečnostních systémů, nevyžadujících zásah obsluhy.

5

Podstata vynálezu

Uvedený úkol splňuje tlakovodní reaktor se zmírňováním účinků netěsností, obsahující aktivní zónu s nádobou reaktoru, parní generátor s teplosměnnými trubkami, chladicí systém, vedoucí chladicí médium aktivní zónou a teplosměnnými trubkami parního generátoru v primárním okruhu, tlakovací nádrž pro chladicího média v uvedeném primárním okruhu, turbogenerátor, napájecí systém spojený s parním generátorem s odvodem páry do turbogenerátoru v sekundárním okruhu sběrným potrubím páry z vrcholku parního generátoru, indikační prostředek pro měření hladiny napájecí vody v parním generátoru, a dále bezpečnostní systémy pro udržování ochlazování aktivní zóny, obsahující pasivní systém odnímající teplo, tvořený zásobní nádrží chladicího média, výměník tepla, ponořený v zásobní nádrži s chladným médiem, a dále první potrubí s prvním ventilem, spojené s primárním okruhem výměníkem tepla pro odvádění tepla, podle vynálezu, jehož podstatou je, že indikačním prostředkem pro měření hladiny napájecí vody je čidlo výšky hladiny v parním generátoru, který má porušenou teplosměnnou trubku, přičemž indikační prostředek pro měření hladiny napájecí vody je spojen přes logickou jednotku s prvním ventilem, a výměník tepla, ponořený v zásobní nádrži, je propojen s primárním okruhem ventilem a logickou jednotkou, spojenou s indikačním prostředkem pro měření hladiny napájecí vody.

25

Vysoká úroveň hladiny napájecí vody způsobí vytvoření signálu, který se rovněž používá pro připojení doplňovací nádrže aktivní zóny k chladicímu systému reaktoru, pro udržování doplňování chladicího média při současném umožnění snižování tlaku pasivním automatickým systémem pro snižování tepla, obsahujícím výměník tepla, a pro izolování napájecího systému a chemického a objemového ovládacího systému.

30

V tlakovodním reaktoru podle vynálezu jsou účinky porušení teplosměnné trubky parního generátoru zmírněny monitorováním úrovně hladiny napájecí vody v parním generátoru pro zjištění tohoto stavu, tedy vzniku poruchy. Když hladina napájecí vody v parním generátoru dosáhne předem stanovené vysoké úrovně, dojde k aktivování pasivního systému pro odnímání tepla, pro snížení tlaku v primárním okruhu, a tudíž pro ukončení unikání chladicího média. Současně se otevře oddělovací ventil doplňovací nádrže aktivní zóny pro udržování doplňování chladicího média. To má za následek, že nedojde k opětovnému zvýšení tlaku v primárním okruhu, protože tlak v doplňovací nádrži sleduje tlak v primárním okruhu, regulovaný tlakovací nádrží. Podle vynálezu se dále provede izolování chemického a objemového ovládacího systému, což umožní snížení tlaku v primárním okruhu, a rovněž izolování napájecího systému, aby nedodával napájecí vodu, čímž se zabrání přetečení napájecí vody v parním generátoru do sběrného potrubí pro odvod páry.

45

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude dále blíže objasněn na příkladech provedení podle přiložených výkresů, na nichž obr. 1 znázorňuje schematicky půdorys tlakovodního reaktoru podle vynálezu a obr. 2 schéma zapojení části tlakovodního reaktoru podle vynálezu, znázorněného na obr. 1.

50

Příklady provedení vynálezu

Jak vyplývá z obr. 1 a 2, obsahuje tlakovodní reaktor 1 podle vynálezu nádobu 3 reaktoru, upevněnou uvnitř pláště 5. Uvnitř nádoby 3 reaktoru je umístěna aktivní zóna 7, která je chlazena chladicím systémem 9. Chladicí systém 9, neboli primární okruh, sestává z páru parních generátorů 11, z nichž každý je připojen k nádobě 3 reaktoru horkou větví 13 a párem chladných větví 15. Cirkulaci chladicího média ve formě lehké vody aktivní zónou 7 a horkými větvemi 13 do parních generátorů 11 a zpět do nádoby 3 reaktoru chladnými větvemi 15 zajišťují čerpadla 17.

Horké chladicí médium z horké větve 13 vstupuje do kanálové hlavy vstupní komory 19 ve spodní části parního generátoru 11, prochází teplosměnnými trubkami 21 tvaru U výměníku tepla do kanálové hlavy výstupní komory 23, ze které je odčerpáváno čerpadly 17 zpět do nádoby 3 reaktoru chladnou větví 15. Napájecí vodu 25 do sekundární strany parního generátoru 11, do úrovně hladiny, která normálně zakrývá teplosměnné trubky 21 tvaru U, dodává běžný napájecí systém (neznázorněný). Horké chladicí médium, procházející teplosměnnými trubkami 21 tvaru U, přeměňuje napájecí vodu 25 na páru, která se odvádí sběrným potrubím 27 v horní části parního generátoru 11 do turbogenerátoru (neznázorněného) v sekundárním okruhu. Odlehčovací ventil 29 tlaku ve sběrném potrubí 27 brání vzniku nadměrného přetlaku v sekundárním okruhu odpouštěním páry do atmosféry.

Jak vyplývá z obr. 1, reguluje tlak v primárním okruhu tlakovací nádrž 31.

Tlakovodní reaktor 1 je opatřen pasivními bezpečnostními systémy 33 chladicího systému 9. Tyto pasivní bezpečnostní systémy 33 obsahují pasivní systém 34, odnímající teplo, který využívá zásobní nádrže 35, upravené v plášti 5. Tato zásobní nádrž 35 obsahuje velký objem chladicího média, používaného normálně pro doplňování. Pasivní systém 34, odnímající teplo, obsahuje výměník 37 tepla, ponořený v chladicím médiu v pasivním bezpečnostním systému 33, který je připojen prvním potrubím 39, opatřeným prvním ventilem 41, k výstupní komoře 23 kanálové hlavy na spodním konci parního generátoru 11, pro odvádění primárního chladicího média z horké větve 13 výměníkem 37 tepla do uvedené výstupní komory 23 a do chladné větve 15, takže teče mimo teplosměnné trubky 21 tvaru U parního generátoru 11. Tento pasivní chladicí systém je popsán detailně v patentu US 4 753 771. Výměník 37 tepla a chladné větve 15 a horké větve 13 jsou uspořádány tak, že i bez čerpání čerpadla 17, zajišťujícího oběh chladicího média v primárním okruhu, cirkuluje toto chladicí médium pasivním výměníkem 37 tepla, když je první ventil 41 otevřen.

Pasivní bezpečnostní systém 33 dále obsahuje doplňovací nádrže 43. Tyto doplňovací nádrže 43 obsahují chladicí médium reaktoru a jsou tlakovány parou z horní části tlakové nádrže 31, přiváděnou potrubím 45 (znázorněným pouze částečně pro názornost). Doplňovací nádrže 43 provádějí doplňování chladicího média do primárního okruhu vždy druhým potrubím 47 a druhým ventilem 49 při nastavení tlaku tlakovací nádrže 31.

Pasivní bezpečnostní systémy 33 rovněž obsahují akumulátory 51, které dodávají přídavné chladicí médium do primárního okruhu při relativně nízkých tlacích zpětnými ventily 53 a druhými potrubími 47.

Dalším podsystémem pasivních bezpečnostních systémů 33 je automatický systém pro snižování tlaku. Tento podsystém obsahuje rozstřikovače 55, umístěné v zásobní nádrži 35, a tři sady ventilů 57, 59 a 61, které postupně otvírají chladicí systém 9 a snižují jeho tlak vypouštěním páry z tlakovací nádrže 31. Ve čtvrtém stupni snižování tlaku se snižuje tlak v chladicím systému 9 na okolní tlak v plášti 5, a to pomocí ventilů 63, upravených v potrubích, připojených k horké větvi 13.

Pasivní bezpečnostní systémy 33 zajišťují chlazení aktivní zóny 7 reaktoru. Pasivní systém 34, odnímající teplo, je aktivován nízkou úrovní tlaku v tlakovací nádrži 31 pro otevření prvního ventilu 41 a pro odvádění chladicího média pasivním výměníkem 37 tepla. Tím dojde ke snížení
 5 teploty chladicího média, což zase způsobí snížení tlaku. První ventil 41 je rovněž v činnosti při nízké hladině napájecí vody v parním generátoru 11.

Ventily 49 a 65 doplňovací nádrže 43 jsou uváděny do činnosti signálem nízké hladiny v tlakovací nádrži 31, takže způsobí dodávání chladicího média do chladicího systému 9 při
 10 tlaku, udržovaném tlakovací nádrží 31. Tlak páry, dodávaný do doplňovacích nádrží 43 z tlakovací nádrže 31 potrubími 45, vytváří relativně nízký průtok chladicího média z doplňovací nádrže 43. Vyššího průtoku chladicího média z doplňovací nádrže 43 je dosaženo otevřením ventilů 65, spojujících doplňovací nádrž 43 s chladnou větví 15 v případech, kdy došlo k většímu úniku chladicího média z chladicího systému 9, například při havárii. Když tlak v chladicím
 15 systému 9 klesne, dodává se chladicí médium z akumulátoru 51 přes zpětné ventily 53.

V případě havárie se uvede do činnosti automatický systém pro snižování tlaku, a to postupným otevíráním ventilů 57, 59 a 61 pro vypouštění tlakové páry do zásobní nádrže 35. V závěrečném
 20 stupni snižování tlaku se otevrou ventily 63, aby se snížil tlak v chladicím systému 9 na okolní tlak v plášti 5. Když došlo v chladicím systému 9 ke snížení tlaku, proudí chladicí médium ze zásobní nádrže 35 čtvrtými potrubími 67 a zpětnými ventily 69 do nádoby 3 reaktoru. Část chladicího média, zaplavujícího tlakovodní reaktor 1, se odpaří, kondenzuje na stěnách pláště 5 a jímá se v jímkách 71, ze kterých odtéká přes zpětné ventily 73 zpět do nádoby 3 reaktoru.

Jak již bylo uvedeno, týká se předložený vynález zařízení a způsobu reakce na porušení teplosměnných trubek 21 tvaru U parního generátoru 11. Výsledkem tohoto porušení je únik primárního chladicího média do sekundární strany parního generátoru 11, protože tlak v chladicím systému 9 je vyšší než tlak na sekundární straně parního generátoru 11. Parní generátor 11 je opatřen indikačním prostředkem 75 pro indikování výšky hladiny napájecí vody
 30 25. Indikační systém čidel 75 je bezpečnostním stupňovým systémem, obsahujícím čtyři oddělené řady indikačních prostředků 75 (z nichž je znázorněna na obr. 2 pouze jedna). Únik chladicího média na sekundární stranu parního generátoru 11 způsobí stoupnutí hladiny napájecí vody 25, což bude zjištěno indikačním prostředkem 75. Normální napájecí systém (neznázorněný) ukončí dodávání napájecí vody 25 do parního generátoru 11 v závislosti na tomto vzestupu hladiny napájecí vody 25. Hladina však bude dále stoupat vzhledem
 35 k pokračujícímu úniku. Jestliže se neprovede nic pro zmírnění této situace, přeteče napájecí voda 25 do sběrného potrubí 27 páry a unikne odtud odlehčovacím ventilem 29.

Popsané pasivní bezpečnostní systémy budou v tomto okamžiku eventuálně reagovat na porušení teplosměnné trubky 21 tvaru U parního generátoru 11. Protože hladina v tlakovací nádrži 31
 40 vzhledem k úniku chladicího média klesá, začnou doplňovací nádrže 43 dodávat chladicí médium do chladicího systému 9. Při pokračování úniku klesne hladina chladicího média v doplňovacích nádržích 43 na úroveň, která způsobí otevření ventilů 57 pro odvádění tepla z chladicího systému 9 do zásobní nádrže 35, což sníží tlak v chladicím systému 9 na tlak na sekundární straně parního generátoru 11 a tím ukončí únik chladicího média. Tento stav však
 45 nenastane do té doby, dokud značné množství chladicího média nepřeteklo z parního generátoru 11 do sběrného potrubí 27 páry.

Řešení podle vynálezu zajišťuje mnohem rychlejší reakci na poruchu teplosměnných trubek 21
 50 tvaru U, což způsobí ukončení unikání chladicího média před tím, než napájecí voda 25 přeteče do sběrného potrubí 27 páry. Podle vynálezu obsahuje zařízení 76 pro zmírnění účinků porušení teplosměnných trubek 21 tvaru U logickou jednotku 77, která vytvoří ovládací signál, když alespoň dvě ze čtyř řad indikačních prostředků 75 zjistí, že hladina napájecí vody 25 v parním generátoru 11 dosáhla předem stanovené výšky, označující poruchu teplosměnné trubky 21 tvaru

U parního generátoru 11. Tento ovládací signál vypne tlakovodní reaktor 1 a otevře první ventil 41 pro odvádění chladicího média do pasivního výměníku 37 tepla a do krátkého okruhu mimo teplosměnné trubky 21 tvaru U parního generátoru 11. Toto ochlazování primárního chladicího média způsobí snížení tlaku v chladicím systému 9, a když tlak v chladicím systému 9 klesne na tlak, rovnající se tlaku na sekundární straně parního generátoru 11, dojde k ukončení úniku chladicího média. Ovládací signál, vytvořený v logické jednotce 77, způsobí současně otevření druhých ventilů 49 doplňovacích nádrží 43 pro udržování unikání chladicího média z chladicího systému 9. To však nepřispívá k udržování tlaku v chladicím systému 9, protože doplňovací nádrže 43 jsou tlakovány parou z tlakovací nádrže 31, jejíž tlak klesá, protože teplota chladicího média se snižuje ochlazováním pasivním výměníkem 37 tepla.

Ovládací signál z logické jednotky 77 se rovněž současně použije pro uzavření třetího ventilu 79, který izoluje napájecí systém 81 pro napájení napájecí vodou 25. Tento napájecí systém 81 dodává napájecí vodu 25 na začátku při nízkém kontrolovaném průtoku. Rovněž slouží pro nouzové dodávání napájecí vody 25, které dočasně udržuje omezenou schopnost absorpce tepla parního generátoru 11 v případě poruchy hlavního napájecího systému. Při poruše teplosměnné trubky 21 tvaru U parního generátoru 11 zastaví normálně centrální logická jednotka 77 přítok napájecí vody 25 do porušeného parního generátoru 11, přičemž je nutno uvést, že tato logická jednotka 77 nepředstavuje nadbytečný nebo bezpečnostní stupeň, takže je nutno počítat s její poruchou.

Ovládací signál, vytvořený logickou jednotkou 77 tehdy, když hladina napájecí vody 25 v parním generátoru 11 stoupne na předem stanovenou úroveň, rovněž uvede do činnosti čtvrtý ventil 83 pro izolování chemického a objemového ovládacího systému 85. Jak již bylo uvedeno, má chemický a objemový ovládací systém 85 vysokotlaká čerpadla, která zajišťují udržování tlaku v chladicím systému 9, když pasivní výměník 37 tepla způsobí snížení tlaku.

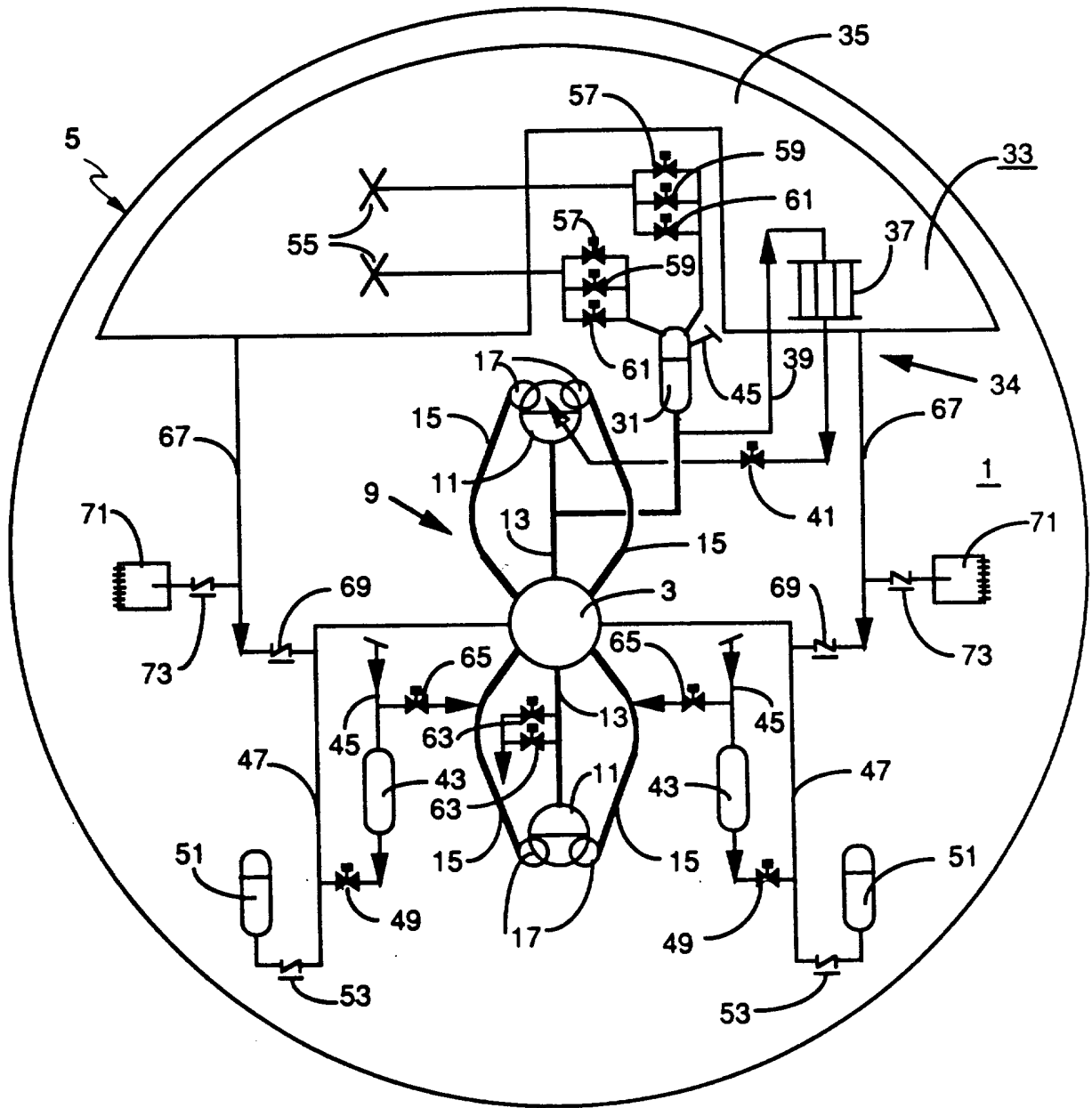
U řešení podle vynálezu je pasivní výměník 37 tepla uveden do činnosti rychle při zjištění vysoké hladiny napájecí vody 25 v parním generátoru 11, místo toho, aby čekal, dokud hladina v doplňovacích nádržích 43 neklesne na nízkou úroveň, která způsobí uvedení pasivního výměníku 37 tepla do činnosti. Snižování tlaku v chladicím systému 9 proto začne ihned při zjištění vysoké úrovně hladiny napájecí vody 25 v parním generátoru 11. Protože rovněž okamžitě dojde k uvedení do činnosti doplňovacích nádrží 43 pro nahrazování uniklého chladicího média v chladicím systému 9, sníží se tlak dosti rychle, takže napájecí voda 25 nepřeteče do sběrného potrubí 27 páry. Izolování spouštěcího systému 81 a chemického a objemového ovládacího systému 85 brání přidávání dostatečného množství chladicího média, které by mohlo způsobit jeho přetečení před tím, než tlak v chladicím systému 9 klesne na tlak na sekundární straně parního generátoru 11. Záměrem řešení je to, aby systém podle vynálezu mohl reagovat dostatečně rychle pro zabránění přetečení napájecí vody 25 nejen při poruše jediné teplosměnné trubky 21 tvaru U, nýbrž i při poruše několika teplosměnných trubek 21 tvaru U současně v případě, že jejich počet je v rozsahu mezi třemi až sedmi.

PATENTOVÉ NÁROKY

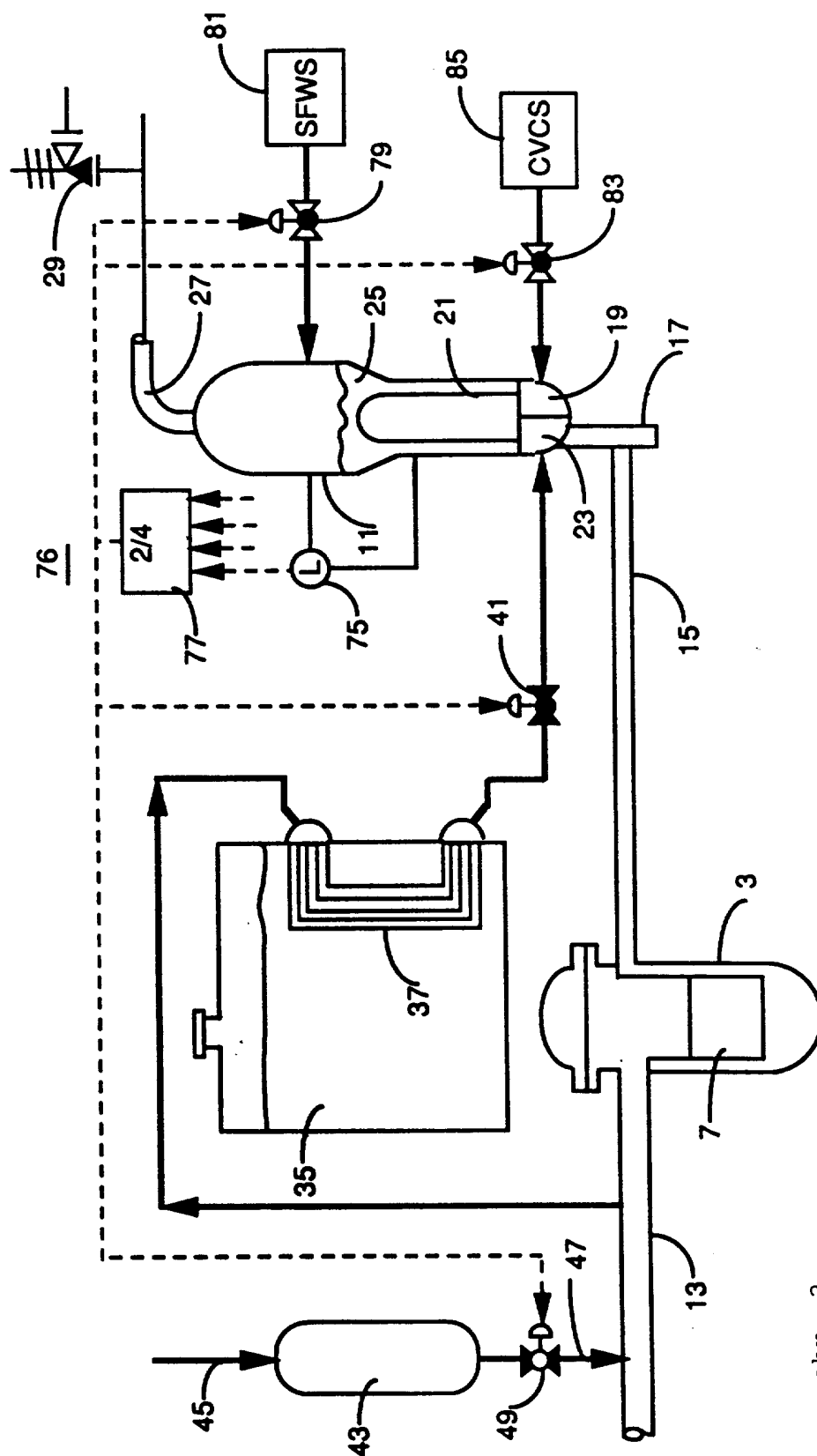
5 Tlakovodní reaktor (1) se zmírňováním účinků netěsností, obsahující aktivní zónu (7) s nádobou (3) reaktoru, parní generátor (11) s teplosměnnými trubkami (21), chladicí systém (9), vedoucí chladicí médium aktivní zónou (7) a teplosměnnými trubkami (21) parního generátoru (11) v primárním okruhu, tlakovací nádrž (31) pro chladicího médium v uvedeném primárním okruhu, 10 turbogenerátor, napájecí systém (81), spojený s parním generátorem (11), s odvodem páry do turbogenerátoru v sekundárním okruhu sběrným potrubím (27) páry z vrcholku parního generátoru (11), indikační prostředek (75) pro měření hladiny napájecí vody v parním generátoru (11), a dále bezpečnostní systémy (33) pro udržování ochlazování aktivní zóny (7), obsahující pasivní systém (34), odnímající teplo, tvořený zásobní nádrží (35) chladicího média, výměník 15 (37) tepla, ponořený v zásobní nádrži (35) s chladným médiem, a dále první potrubí (39) s prvním ventilem (41), spojené s primárním okruhem výměníkem (37) tepla pro odvádění tepla, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že indikačním prostředkem (75) pro měření hladiny napájecí vody je čidlo výšky hladiny v parním generátoru (11), který má porušenou teplosměnnou trubku (21), přičemž indikační prostředek (75) pro měření hladiny napájecí vody je spojen přes logickou 20 jednotku (77) s prvním ventilem (41), a výměník (37) tepla, ponořený v zásobní nádrži (35), je propojen s primárním okruhem prvním ventilem (41) a logickou jednotkou (77), spojenou s indikačním prostředkem (75) pro měření hladiny napájecí vody.

25

2 výkresy



obr. 1



obr. 2