



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

250102
(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
G 21 C 17/00

(22) Přihlášeno 17 09 84
(21) (PV 6949-84)

(40) Zveřejněno 18 09 86

(45) Vydáno 15 05 88

[75]

Autor vynálezu

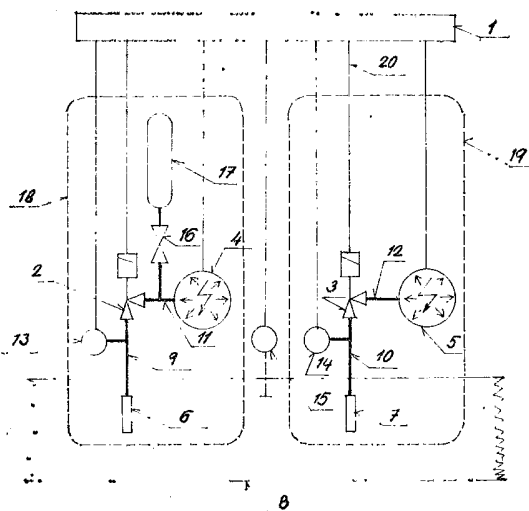
ČERVINKA JIŘÍ ing., BÁNOVEC JOSEF ing., BRNO

(54) Zařízení k indikaci průniku vody do kapalného sodíku v nádobě, potrubí či parním generátoru

1

Zařízení používající se k indikaci průniku vody do sodíku v nádobě, potrubí nebo parním generátoru sestává z řídicího bloku, prvního a druhého analyzátoru a alespoň jednoho teploměrného čidla, kdy toto teploměrné čidlo, první kovová membrána prvního analyzátoru a druhá kovová membrána druhého analyzátoru jsou ve styku s kapalným sodíkem umístěným v jedné a téže nádobě, nebo ve stejném sodíkovém potrubí. První analyzátor se přitom skládá z prvního vakuoměru vymezeného první kovovou membránou a prvním ventilem a druhý analyzátor sestává z druhého vakuoměru vymezeného druhou kovovou membránou a druhým ventilem, přičemž oba dálkově ovládané ventily, obě iontové vývěvy i oba vakuoměry, jsou spolu s teploměrným čidlem napojeny vodiči na řídicí blok. Zařízení je možno použít u parních generátorů s rychlými sodíkovými reaktory.

2



Vynález se týká zařízení k indikaci průniku vody do kapalného sodíku v nádobě, potrubí či parním generátoru, ze současné kalibrace analyzátorů vodíku v kapalném sodíku a ze současného zkoušení správné funkce těchto analyzátorů.

Pronikání vody, případně vodní páry, do kapalného sodíku použitého jako nosiče tepla v parním generátoru jaderné elektrárny s rychlým sodíkovým reaktorem je počátkem havarijního stavu. Toto pronikání musí být včas a spolehlivě zjištěno, aby mohla být postižená část parního generátoru, tj. sekce, větev apod., včas odstavena z provozu. V opačném případě může dojít k havárii, jejíž následkem je zničení části parního generátoru a ohrožení zdraví pracovníků jaderné elektrárny. Jedním ze základních prostředků ke zjištění pronikání vody či páry v parním generátoru do sodíku jsou v současné době analyzátorů vodíku v kapalném sodíku, založené na difúzi vodíku ze sodíku tenkostěnnou kovovou membránou, zhotovenou nejčastěji z niklu, někdy též z čistého železa, do vysokovakuového prostoru, odkud je vodík odsáván a kvantitativně měřen iontovou vývěvou. O úspěšné činnosti analyzátoru při provozní aplikaci rozhoduje především jeho spolehlivý a bezpečový provoz, jednoznačnost výstupních informací a správnost a citlivost měření.

Nevýhodami těchto analyzátorů na současném stupni vývoje jsou tyto skutečnosti: za provozu na parním generátoru nelze bez přerušení měření testovat správnou funkci a provést ověřovací kalibraci analyzátoru a lze jen velmi obtížně a zdoluhavě za provozu zjišťovat, zda jeho jednotlivé části správně pracují a zda v jeho výstupním signálu nejsou zachyceny náhodné poruchy a šумы. Kromě toho výsledky měření tohoto analyzátoru jsou značně závislé na teplotě kapalného sodíku a teplotě difúzní membrány, na difúzních vlastnostech membrány, na jejím korozním stavu, případně na stavu jejího nasycení různými látkami, dále na čerpací rychlosti iontové vývěvy a na její čerpací charakteristice, která se tzv. „aktivací elektrod“ mění, dále na vakuových vlastnostech celého zařízení a jeho tzv. „vakuové historii“. Všechny tyto nepříznivé vlivy je nutno kompenzovat, aby zařízení pracovalo spolehlivě a přesně. Uvedené nedostatky pak snižují spolehlivost měření a ve svém důsledku i důvěryhodnost a jednoznačnost výstupních údajů analyzátorů o stavu v parním generátoru. Nejistota o jeho správné funkci při provozu značně snižují hodnotu analyzátoru jako detektoru havárie. Nesprávné funkce analyzátoru v provozu může způsobit falešné signály havárií, falešná odstavení parních generátorů a jejich částí, což má za následek výpadky ve výrobě elektrické energie a značné ekonomické ztráty. Uvedené nedostatky odstraňuje nebo alespoň podstatně snižuje zařízení podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že sestává z

řídícího bloku, prvního analyzátoru, druhého analyzátoru a nejméně jednoho teploměrného čidla, a toto teploměrné čidlo, první kovová membrána prvního analyzátoru a druhá kovová membrána druhého analyzátoru jsou ve styku s kapalným sodíkem umístěným v jedné a téže nádobě či v jednom témž sodíkovém potrubí; a první analyzátor sestává jednak z prvního vakuoměrem opatřeného prostoru vymezeného první kovovou membránou a prvním ventilem, jednak z třetího prostoru vymezeného prvním ventilem a první iontovou vývěvou a druhý analyzátor sestává z druhého vakuoměrem opatřeného prostoru vymezeného druhou kovovou membránou a druhým ventilem, jednak ze čtvrtého prostoru vymezeného druhým ventilem a druhou iontovou vývěvou oba dálkově ovládané ventily, tj. první ventil, první iontová vývěva, první vakuoměr i druhý vakuoměr i teploměrné čidlo jsou napojeny vodiči na řídicí blok.

Uvedeným zařízením podle vynálezu se získávají experimentálně závislosti proudu prvé i druhé iontové vývěvy na koncentraci vodíku v sodíku a na teplotě sodíku, které jsou průběžně se změnou podmínek korigovány, a tak jsou analyzátorů za provozu kvantitativně kalibrovány podle okamžitého stavu sodíku v PG, zvláště podle jeho teploty, a také podle okamžitého stavu součástí analyzátorů. Tím se dosáhne dokonalé a jednoduché kompenzace všech rušivých vlivů. Přitom se současně zajistí tok časově nepřetržitých informací o těsnosti parního generátoru.

Pomocí mikrodávkovacího ventilu lze v kterémkoli kroku měření zavést do prostoru iontové vývěvy odměřené mikromnožství testovacího plynu, obvykle vodíku, prověřit tak správnou funkci iontové vývěvy a případně i řídicího a vyhodnocovacího systému. Zařízení k indikaci průniku vody do sodíku podle vynálezu je zabezpečena znalostí o správné funkci jak jednotlivých uzlů zařízení, tak i systému jako celku v každém okamžiku jeho provozu, což zabezpečuje spolehlivost měření a jednoznačnost výsledků a téměř vylučuje nebezpečí falešných poplachů, čímž se zamezuje vzniku obrovských ekonomických ztrát následkem výpadků elektrické energie při provozu elektráren.

Příklad zařízení k indikaci netěsnosti parního generátoru podle vynálezu je uveden schematicky na přiloženém obrázku.

Na výstupním sodíkovém potrubí 8 sekce parního generátoru jaderné elektrárny s rychlým sodíkovým reaktorem jsou vedle sebe instalovány dva analyzátorů: první analyzátor 18 a druhý analyzátor 19 tak, že do kapalného sodíku sodíkového potrubí jsou ponořeny první kovová membrána 6 a druhá kovová membrána 7, obě zhotoveny z vrstvy niklu o tloušťce 0,10 mm, vzdálenost mezi membránami je 300 mm. K příslušným membránám přiléhají vakuová potrubí tvo-

řící první vakuomerný prostor 9 a druhý vakuomerný prostor 10, na něž jsou napojeny jednak první vakuoměr 13 a druhý vakuoměr 14, jednak dálkově ovládané ventily; první ventil 2 a druhý ventil 3, k nimž dosedají další vakuová potrubí: první vývěvový prostor 11 a druhý vývěvový prostor 12 přiléhající k iontovým vývěvům, k první iontové vývěvě 4 a druhé iontové vývěvě 5. Na první vývěvový prostor 11 je napojena vakuovým potrubím s dávkovacím ventilem 16 láhev testovacího plynu 17 s náplní čistého vodíku. Uprostřed mezi oběma kovovými membránami je zasazeno do sodíkového potrubí 8 teploměrné čidlo 15, jímž je termočlánek. Teploměrné čidlo 15, první vakuoměr 13 a druhý vakuoměr 14, první ventil 2 a druhý ventil 3 a první iontová vývěva 4 a druhá iontová vývěva 5 jsou napojeny vodiči 20 na řídicí blok 1.

Provoz prvního analyzátoru 18 a druhého analyzátoru 19 je řízen automaticky řídicím blokem 1 ve dvouetapových periodách, které se stále střídají. Etapy jsou zahajovány a končeny okamžikem, kdy na povel řídicího bloku 1 se buď první ventil 2 či druhý ventil 3 otevře a současně alternativní z obou ventilů se uzavře. V první etapě je otevřen ventil 2 a uzavřen druhý ventil 3 a jsou prováděna kontinuálně tato měření: první iontová vývěva 4 vytváří potřebné provozní vakuum ve vakuové soustavě prvního analyzátoru 18 a měří proudovou odezvu, která je funkcí koncentrace vodíku, který pronikl z kapalného sodíku sodíkového potrubí 8 a celou vakuovou soustavou prvního analyzátoru 18, tj. první kovovou membránou 6, prvním vakuomerným prostorem 9 a prvním ventilem 2 do prvního vývěvového prostoru 11, přitom tuto měřenou koncentraci určuje těsnost celé vakuové soustavy prvního analyzátoru 18. První vakuoměr 13 měří přímo tlak vodíku ve vakuové soustavě prvního analyzátoru 18.

Na začátku první etapy, v prvních sekundách se podle průběhu snížení tlaku ve vakuové soustavě prvního analyzátoru 18 testuje čerpací schopnost první iontové vývěvy 4. Při změně koncentrace vodíku v sodíku následkem průniku vody do sodíku, reaguje na tuto změnu nejen první iontová vývěva 4, ale ve známé závislosti též první vakuoměr 13. Současně druhá iontová vývěva 5 kontroluje svou kontinuální činností těsnost druhého vývěvového prostoru 12, a druhého ventilu 3. Konečně, druhý vakuo-

měr 14 měří kontinuálně tlak ve druhém vakuomerném prostoru 10, který od uzavření druhého ventilu 3 stoupá následkem vyrovnávání parciálním tlakem vodíku v kapalném sodíku v sodíkovém potrubí 8 difúzí přes druhou kovovou membránu 7. Podle teploty sodíku měřené teploměrným čidlem 15 se testuje korozní stav druhé kovové membrány 7. Nakonec dosáhne tlak v prvním vývěvovém prostoru 11 zhruba konstantní rovnovážné hodnoty prakticky rovné parciálnímu tlaku vodíku v sodíku. Podle Sievertova zákona je tento parciální tlak funkcí koncentrace vodíku v sodíku, měřené stále teploměrným čidlem 15. Řídicí blok 1 následkem toho zjišťuje absolutní koncentrace vodíku v sodíku a přiřadí ji k údajům zjištěným za dané teploty sodíku první iontovou vývěvou 4 a prvním vakuoměrem 13, čímž tyto přístroje kalibruje. Po dosažení a změření konstantního rovnovážného tlaku ve druhém vakuomerném prostoru 10 řídicí blok uzavře první ventil 2 a současně otevře druhý ventil 3, čímž začne druhá etapa provozu měření. Ve druhé etapě si „první“ součástky vymění své funkce s „druhými“. Jinak je měření principiálně stejné jako v první etapě. V případě potřeby lze prověřit správnost měření iontových vývěv a vakuoměrů ve druhé etapě nadávkováním známého množství vodíku či jiného testovaného plynu dávkovacím ventilem 16 do prvního vývěvového prostoru z láhve 17 testovacího plynu. Řídicí blok 1 uchovává v paměti poslední výsledky kalibrace, koriguje podle ní údaje jednotlivých přístrojů, při vzájemném nesouhlasu jednotlivých měřících přístrojů upozorní na jejich pravděpodobnou poruchu a v případě náhlého zvýšení koncentrace vodíku v kapalném sodíku sodíkového potrubí 8 signalizuje havárii. Jeho údaje jsou vždy nejdříve způsobem ověřeny, a proto jsou spolehlivé a jednoznačné. Pravděpodobnost falešných poplachů a s tím souvisejících ekonomických ztrát je nesrovnatelně menší, než-li u podobných zařízení používaných doposud.

Zařízení podle vynálezu může být použito u parních generátorů, jejich částí, sekcí, větví apod., jaderných elektráren s rychlými sodíkovými reaktory, zvláště v jejich soustavách havarijní ochrany, na zkušebních sodíkových smyčkách, stendech a podobných zařízení pracujících s kapalným sodíkem.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zařízení k indikaci průniku vody do kapalného sodíku v nádobě, potrubí či parním generátoru vyznačující se tím, že sestává z řídicího bloku (1), prvního analyzátoru (18), druhého analyzátoru (19) a nejméně jednoho teploměrného čidla (15), a toto teploměrné čidlo (15), první kovová membrána (6) prvního analyzátoru (18) a druhá kovová membrána (7) druhého analyzátoru (12) jsou ve styku s kapalným sodíkem umístěným v jedné a téže nádobě či v jednom a též sodíkovém potrubí (8), přičemž první analyzátor (18) je opatřen prvním vakuoměrem (13) spojeným s prvním prostorem (9) vymezeným první kovovou membránou (6) a prvním ventilem (2), a s třetím prostorem (11) vymezeného prvním ventilem (2) a první iontovou vývěvou

(4), a druhý analyzátor (19) je opatřen druhým vakuoměrem (14) spojeným s prostorem (10) vymezeného druhou kovovou membránou (7) a druhým ventilem (3), a se čtvrtým prostorem (12) vymezeného druhým ventilem (3) a druhou iontovou vývěvou (5), přičemž oba dálkově ovládané ventily, tj. první ventil (3), první iontová vývěva (4) i druhá iontová vývěva (5), první vakuoměr (13) i druhý vakuoměr (14) a teploměrné čidlo jsou napojeny vodiči (20) na řídicí blok (1).

2. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že buď na třetí vakuový prostor (11), nebo na čtvrtý vakuový prostor (12) je napojena přes mikrodávkovací ventil (16) láhev testovacího plynu (17).

