

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

**2014-620**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

**G21C 9/00**

(2006.01)

**F22B 1/06**

(2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **10.09.2014**

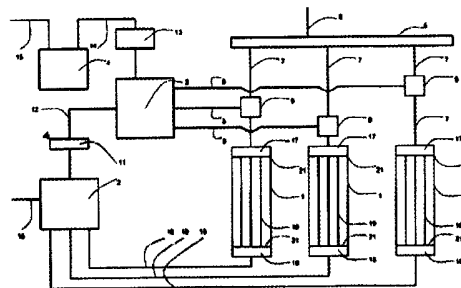
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **30.03.2016**  
(Věstník č. 13/2016)

(71) Přihlašovatel:  
ENERGOVÝZKUM, spol. s.r.o., Brno, CZ  
JOINT STOCK COMPANY TASMO, 171841  
Udomlya, Tver region, RU

(72) Původce:  
prof. Ing. Oldřich Matal, CSc., Brno, CZ  
Ing. Oldřich Matal, Ph.D., Brno, CZ  
Ing. Viacheslav Vladimirovich Borisov, 249032  
Obninsk, Kalužská oblast, RU  
Ing. Anatoly Semenovich Korolkov, 433535  
Dimitrovgrad, Uljanovská oblast, RU  
Ing. Evgeny Viktorovich Lavreshov, 142103  
Podolsk, Moskovská oblast, RU

(74) Zástupce:  
A. Holas & partner, Ing. Mgr. Hana Holasová,  
Křížová 4, 603 00 Brno

systému havarijní ochrany alespoň jednou odlehčovací větví (12) opatřenou alespoň jednou první membránou (11). První nádrž (3) je dále současně napojena na výpust (15) přes alespoň jedno spojovací havarijní potrubí (14) opatřené alespoň jednou druhou membránou (13) a přes alespoň jednu druhou nádrž (4).



(54) Název přihlášky vynálezu:

**Zapojení parního generátoru v sodíkovém okruhu jaderného zařízení s rychlým reaktorem**

(57) Anotace:

V zapojení parního generátoru v sodíkovém okruhu jaderného zařízení s rychlým reaktorem jsou začleněny zejména čerpadlo, vyrovnávací nádrž (2), potrubí sodíku a alespoň jeden modul (1) parního generátoru se vstupní komorou (17) a výstupní komorou (18) sodíku, vzájemně propojenými přes trubkovnice (21) alespoň jednou teplosměnnou trubicí (19). Každý modul (1) parního generátoru je na straně vstupu sodíku přes svoji vstupní komoru (17) napojen na vstupní kolektor (5) se vstupním sodíkovým nátrubkem (6) vstupním spojovacím potrubím (7) se zabudovaným bezpečnostním prvkem (9) současně napojeným na odlehčovací potrubí (8) ústícím do alespoň jedné první nádrže (3) systému havarijní ochrany. Na straně výstupu sodíku je každý modul (1) parního generátoru individuálně napojen přes svoji výstupní komoru (18) výstupním spojovacím potrubím (10) na vyrovnávací nádrž (2), která je dále jednak napojena na sodíkový okruh výstupním sodíkovým nátrubkem (16) a jednak současně na alespoň jednu první nádrž (3)

## **Zapojení parního generátoru v sodíkovém okruhu jaderného zařízení s rychlým reaktorem**

### Oblast techniky

Vynález se týká havarijní ochrany a zapojení parního generátoru jaderného energetického zařízení pracujícího s rychlým reaktorem.

### Dosavadní stav techniky

V dosud známých provedeních zapojení parního generátoru v sodíkovém okruhu jaderného zařízení s rychlým reaktorem, kdy jsou v sodíkovém okruhu zejména parní generátor, čerpadlo, výměník tepla, potrubí okruhu, vyrovnávací nádrž a nádrže systému havarijní ochrany, jsou moduly parního generátoru na straně vstupu sodíku napojeny na vstupní sodíkovou komoru vstupním spojovacím potrubím bez zabudovaných odboček a na straně výstupu sodíku jsou moduly parního generátoru napojeny výstupním spojovacím potrubím na společnou výstupní komoru sodíku a tato komora je dále napojena jedním spojovacím potrubím na vyrovnávací nádrž.

Dále v dosud známých provedeních zapojení parního generátoru v sodíkovém okruhu jaderného zařízení s rychlým reaktorem je na první nádrž systému havarijní ochrany napojena na jedné straně jen vyrovnávací nádrž, která kromě jiného vyrovnává objemové změny sodíku s teplotou v celém sodíkovém okruhu a na straně druhé druhá nádrž systému havarijní ochrany.

Pokud by došlo za provozu modulového parního generátoru v sodíkovém okruhu zařízení s rychlým reaktorem ke vzniku malé netěsnosti mezi jeho vodní či parní stranou a jeho sodíkovou stranou, dochází k nebezpečnému tlakovému zatížení modulů parního generátoru a celého zařízení okruhu a celé zařízení s jaderným reaktorem se odstavuje pro odstranění vzniklé netěsnosti. Dosud známé provedení zapojení modulového parního generátoru v sodíkovém okruhu je pro tyto případy vyhovující. Vzniklá netěsnost se vyhledává a odstraňuje metodami, které nejsou předmětem tohoto vynálezu.

Jiná situace nastává u dosud známého provedení zapojení parního generátoru v sodíkovém okruhu jaderného zařízení s rychlým reaktorem z hlediska bezpečnosti při vzniku

velké netěsnosti v modulu parního generátoru mezi jeho vodní či parní stranou a jeho sodíkovou stranou. V takové případě je dosud známé provedení zapojení parního generátoru v sodíkovém okruhu velmi nevýhodné, a to proto, že vede k vysokému tlakovému zatížení nejen konstrukce modulu parního generátoru, ale i zařízení celého okruhu se sodíkem. To může vést ve svých důsledcích i k výronu sodíku do okolí parního generátoru a k návaznému požáru. Velká netěsnost v modulu parního generátoru může být vyvolána zejména poruchou jedné z trubek modulu oddělujících jeho vodní či parní stranu od jeho sodíkové strany. Taková událost může ohrožovat i jadernou bezpečnost celého energetického zařízení pracujícího s rychlým jaderným reaktorem.

### Podstata vynálezu

Uvedené nevýhody odstraňuje zapojení parního generátoru v sodíkovém okruhu zařízení s rychlým jaderným reaktorem, jehož podstata spočívá v tom, že moduly parního generátoru jsou na straně vstupu sodíku napojeny na vstupní sodíkovou komoru vstupními spojovacími potrubími se zabudovaným odlehčovacím potrubím opatřeným bezpečnostním prvkem a toto odlehčovací potrubí je napojeno do první nádrže systému havarijní ochrany. Současně na straně výstupu sodíku je každý modul parního generátoru individuálně napojen výstupním spojovacím potrubím na vyrovnávací nádrž, přičemž ta je dále napojena výstupním sodíkovým nátrubkem na sodíkový okruh a také současně na alespoň jednu první nádrž systému havarijní ochrany odlehčovacím potrubím opatřeným alespoň jednou první membránou. Dále je současně k této první nádrži systému havarijní ochrany připojena druhá nádrž systému havarijní ochrany převáděcím potrubím opatřeným alespoň jednou druhou membránou.

Podstata vynálezu dále spočívá v tom, že bezpečnostní prvek je tvořen odlehčovací komorou s víkem spojenou se dnem a opatřenou odlehčovacím nátrubkem, bezpečnostní membránou, vložkou a konfuzorem se vstupním nátrubkem, kdy je konfuzor jedním koncem napojen na vstupní komoru modulu parního generátoru a jeho druhý konec situovaný vně vstupní komory je opatřen dnem, kterým těsně prochází vložka ústící do prostoru vstupní komory a opatřená vně konfuzoru a uvnitř odlehčovací komory bezpečnostní membránou, a kdy odlehčovací nátrubek je současně napojen na odlehčovací potrubí a vstupní nátrubek je současně napojen na vstupní spojovací potrubí.

Je výhodné, při vzniku velké netěsnosti v modulu parního generátoru mezi jeho vodní či parní stranou a jeho sodíkovou stranou, když poměr průměrů průtočných průřezů odlehčovacího

potrubí a jedné teplosměnné trubky je od 5 do 25 a když vzdálenost mezi bezpečnostní membránou a ústím koncové části odlehčovacího potrubí ve vstupní komoře je menší než je 25 průměrů průtočného průřezu odlehčovacího potrubí. Obojí vede k příznivému tlakovému odlehčení parního generátoru v případě velké netěsnosti.

Další výhodou je, že při vzniku velké netěsnosti v modulu parního generátoru mezi jeho vodní či parní stranou a jeho sodíkovou stranou se odlehčovacími potrubími s bezpečnostními prvky na jedné straně a individuálně napojenými moduly parního generátoru na vyrovnávací nádrže pomocí výstupních spojovacích potrubí na straně druhé samočinně protržením membrán aktivují objemy vyrovnávací nádrže a první i druhé nádrže systému havarijní ochrany a tím je podstatně eliminováno nebezpečné zvýšení tlaku při velké netěsnosti jak v modulech parního generátoru, tak i v zařízení sodíkového okruhu. Tak je také podstatně eliminováno nebezpečí výronu sodíku do okolí parního generátoru a nebezpečí následného požáru případně i destrukce zařízení tlakovým přetížením. Uvedené zapojení parního generátoru pak má podstatnou výhodu i z hlediska zajištění jaderné bezpečnosti celého energetického zařízení s rychlým jaderným reaktorem.

*Objasnění*  
~~Přehled obrázků na výkresech~~ <sup>ú</sup>

Obr. 1 ukazuje příklad zapojení parního generátoru v sekundárním okruhu jaderného energetického zařízení s rychlým reaktorem.

Obr. 2 ukazuje příklad provedení bezpečnostního prvku havarijní ochrany na vstupu sodíku do modulu parního generátoru.

uskutečnění  
Příklady provedení vynálezu

Každý jednotlivý modul ~~parního~~ generátoru 1 je na straně vstupu sodíku přes svoji vstupní komoru 17 napojen na vstupní kolektor 5 vstupním spojovacím potrubím 7. Na vstupním kolektoru 5 je umístěn vstupní sodíkový nátrubek 6. Na vstupním spojovacím potrubí 7 je zabudován bezpečnostní prvek 9, který je současně napojen na odlehčovací potrubí 8 ústící do první nádrže 3 systému havarijní ochrany. Na straně výstupu sodíku je každý modul ~~parního~~ generátoru 1 individuálně napojen přes svoji výstupní komoru 18 výstupním ~~potrubím~~ <sup>spojovacím</sup> 10 na vyrovnávací nádrž 2. Vyrovnávací nádrž 2 je dále napojena na sodíkový okruh výstupním sodíkovým nátrubkem 16. Kromě toho je vyrovnávací nádrž 2 dále napojena na alespoň jednu první nádrž 3 systému havarijní ochrany alespoň jednou odlehčovací větví 12. Odlehčovací větev 12 je opatřena alespoň jednou první membránou 11. Dále je první nádrž 3 současně napojena na výpust 15, a to přes alespoň jedno spojovací havarijní potrubí 14, které je opatřeno alespoň jednou druhou membránou 13, a dále přes alespoň jednu druhou nádrž 4 systému havarijní ochrany.

Bezpečnostní prvek 9 je přitom tvořen odlehčovací komorou 24 s víkem 27, která je spojena se dnem 26 a opatřena odlehčovacím nátrubkem 25. Dále je bezpečnostní prvek 9 tvořen bezpečnostní membránou 22, vložkou 23 a konfuzorem 20 se vstupním nátrubkem 28, které jsou vzájemně situovány a propojeny tak, že konfuzor 20 je jedním koncem napojen na vstupní komoru 17 modulu ~~parního~~ generátoru 1 a jeho druhý konec situovaný vně vstupní komory 17 je opatřen dnem 26. Tímto dnem 26 těsně prochází vložka 23, která ústí do prostoru vstupní komory 17. Současně vložka 23 je opatřena vně konfuzoru 20, avšak uvnitř odlehčovací komory 24, bezpečnostní membránou 22. Navíc je odlehčovací nátrubek 25 také napojen na odlehčovací potrubí 8 a vstupní nátrubek 28 je napojen na spojovací potrubí 7.

V příkladném provedení má poměr průměrů průtočných průřezů odlehčovacího potrubí 8 a jedné teplosměnné trubky 19 hodnotu 19 a vzdálenost mezi bezpečnostní membránou 22 a ústím koncové části odlehčovacího potrubí 8 ve vstupní komoře 17 má hodnotu osmi průměrů průtočného průřezu odlehčovacího potrubí 8.

Za normálního provozu pracuje zapojení parního generátoru v sodíkovém okruhu jaderného zařízení tak, že sodík vstupuje vstupním sodíkovým nátrubkem 6 do vstupního kolektoru 5, dále proudí vstupním spojovacím potrubím 7 do bezpečnostního prvku 9 vstupním nátrubkem 28 a dále konfuzorem 20 do vstupní komory 17, teplosměnnými trubkami 19 do výstupní komory 18, dále spojovacím výstupním potrubím 10 do vyrovnávací nádrže 2 opatřené výstupním sodíkovým nátrubkem 16.

Dojde-li k velké netěsnosti v modulu parního generátoru (1) mezi jeho vodní či parní stranou a jeho sodíkovou stranou, kdy intenzivně proniká voda či vodní pára do sodíku a reaguje se sodíkem bouřlivou chemickou reakcí, dochází k intenzivnímu nárůstu tlaku a teploty jak vzniklých reakčních produktů, tak i sodíku a namáhání kovu modulu parního generátoru (1) a současně postupně i k intenzivnímu nárůstu tlaku a teploty v celém sodíkovém okruhu. V takovém případě pracuje zapojení parního generátoru podle vynálezu tak, že dojde na straně vstupu sodíku do modulu parního generátoru (1) k iniciaci bezpečnostního prvku 9, kdy je protržena bezpečnostní membrána 22 a odlehčovacím nátrubkem 25 napojeným na odlehčovací potrubí 8 proudí sodík a vzniklé produkty reakce sodíku s vodou či parou do první nádrže 3 a po zvýšení tlaku v první nádrži 3 dojde k protržení druhé membrány 13 na spojovacím havarijním potrubí 14 a k napojení druhé nádrže 4 a k případné výpusti plynů z okruhu výpustí 15 a tím k havarijní ochraně z této strany modulu parního generátoru (1). Na straně výstupu sodíku z netěsného modulu parního generátoru (1) dojde, díky jeho přímému samostatnému napojení spojovacím výstupním potrubím 10 na vyrovnávací nádrž 2, k rychlému vytlačování sodíku a s ním i produktů chemické reakce pronikající vody či vodní páry do sodíku z netěsného modulu parního generátoru (1) a návazně k protržení první membrány 11 a propojení odlehčovací větve 12 s první nádrží 3 a tím i k havarijní ochraně z této strany modulu parního generátoru (1). Důsledkem je intenzivní tlakové odlehčení jak modulu parního generátoru (1) tak i všech zařízení v sodíkovém okruhu jaderného zařízení s rychlým reaktorem a tím i k jejich havarijní ochraně.

x

Současně se provádí iniciace uzavíracích a vypouštěcích orgánů na straně vody a páry modulu parního generátoru (1), na příkladných obrázcích zvláště nezakreslených.

Seznam vztahových značek

- 1 - modul parního generátoru
- 2 - vyrovnávací nádrž
- 3 - první nádrž
- 4 - druhá nádrž
- 5 - vstupní kolektor
- 6 - vstupní sodíkový nátrubek
- 7 - vstupní spojovací potrubí
- 8 - odlehčovací potrubí
- 9 - bezpečnostní prvek
- 10- výstupní spojovací potrubí
- 11- první membrána
- 12- odlehčovací větev
- 13- druhá membrána
- 14- spojovací havarijní potrubí
- 15- výpust
- 16- výstupní sodíkový nátrubek
- 17- vstupní komora
- 18- výstupní komora
- 19- teplosměnná trubka
- 20- konfuzor
- 21- trubkovnice
- 22- bezpečnostní membrána
- 23- vložka
- 24- odlehčovací komora
- 25- odlehčovací nátrubek
- 26- dno
- 27- víko
- 28- vstupní nátrubek

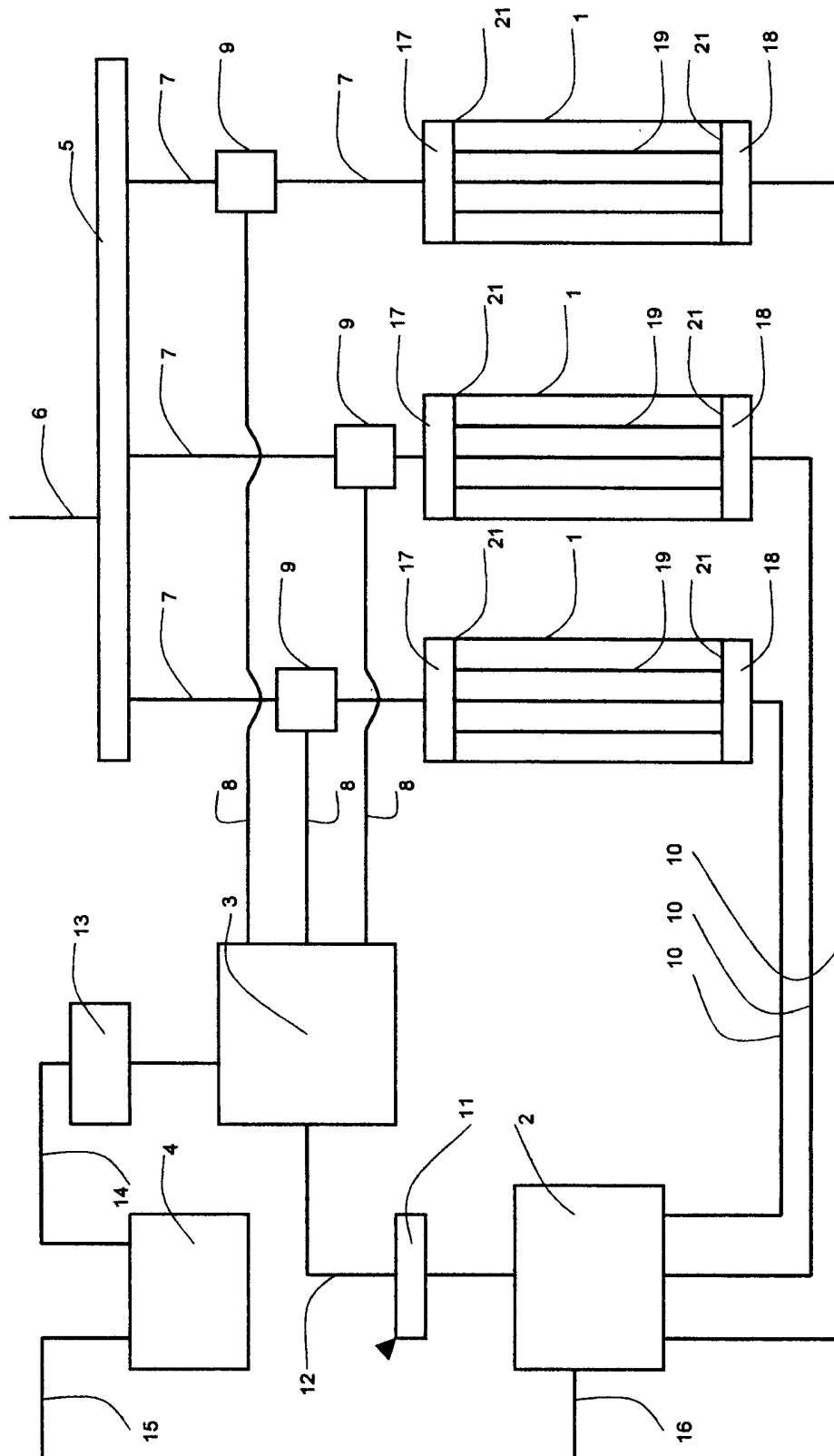
## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zapojení parního generátoru v sodíkovém okruhu jaderného zařízení s rychlým reaktorem, v němž jsou začleněny zejména čerpadlo, vyrovnávací nádrž, potrubí sodíku a alespoň jeden modul parního generátoru (1) se vstupní (17) a výstupní komorou (18) sodíku, vzájemně propojený přes trubkovnice (21) alespoň jednou teplosměnnou trubkou (19), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že každý modul parního generátoru (1) je na straně vstupu sodíku přes svoji vstupní komoru (17) napojen na vstupní kolektor (5) se vstupním sodíkovým nátrubkem (6) vstupním spojovacím potrubím (7) se zabudovaným bezpečnostním prvkem (9) současně napojeným na odlehčovací potrubí (8) ústícím do alespoň jedné první nádrže (3) systému havarijní ochrany a na straně výstupu sodíku je každý modul parního generátoru (1) individuálně napojen přes svoji výstupní komoru (18) výstupním spojovacím potrubím (10) na vyrovnávací nádrž (2), která je dále jednak napojena na sodíkový okruh výstupním sodíkovým nátrubkem (16) a jednak současně na alespoň jednu první nádrž (3) systému havarijní ochrany alespoň jednou odlehčovací větví (12) opatřenou alespoň jednou první membránou (11), přičemž tato první nádrž (3) je dále současně napojena na výpust (15) přes alespoň jedno spojovací havarijní potrubí (14) opatřené alespoň jednou druhou membránou (13) a přes alespoň jednu druhou nádrž (4).

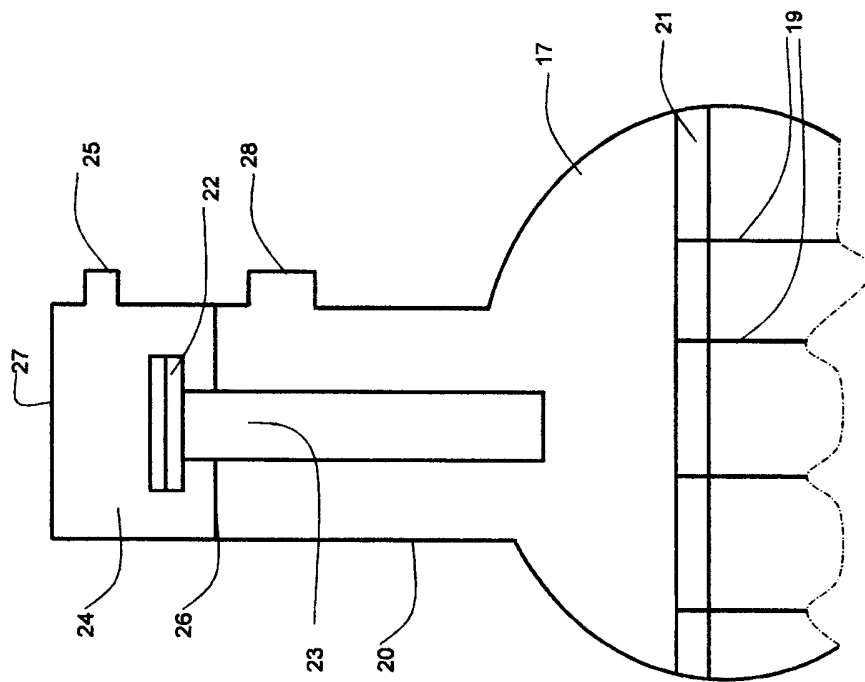
2. Zapojení parního generátoru v sodíkovém okruhu jaderného zařízení s rychlým reaktorem podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že bezpečnostní prvek (9) je tvořen odlehčovací komorou (24) s víkem (27) spojenou se dnem (26) a opatřenou odlehčovacím nátrubkem (25), bezpečnostní membránou (22), vložkou (23) a konfuzorem (20) se vstupním nátrubkem (28), vzájemně situovaných a propojených tak, že konfuzor (20) je jedním koncem napojen na vstupní komoru (17) modulu parního generátoru (1) a jeho druhý konec situovaný vně vstupní komory (17) je opatřen dnem (26), kterým těsně prochází vložka (23) ústící do prostoru vstupní komory (17) a opatřené vně konfuzoru (20) a uvnitř odlehčovací komory (24) bezpečnostní membránou (22), přičemž odlehčovací nátrubek (25) je současně napojen na odlehčovací potrubí (8) a vstupní nátrubek (28) je napojen na vstupní spojovací potrubí (7).

3. Zapojení parního generátoru v sodíkovém okruhu jaderného zařízení s rychlým reaktorem podle nároků 1 a 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že poměr průměrů průtočných průřezů odlehčovacího potrubí (8) a jedné teplosměnné trubky (19) je od 5 do 25.

4. Zapojení parního generátoru v sodíkovém okruhu jaderného zařízení s rychlým reaktorem podle nároků 1 a 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že vzdálenost mezi bezpečnostní membránou (22) a ústím koncové části odlehčovacího potrubí (8) ve vstupní komoře (17) je menší než je 25 průměrů průtočného průřezu odlehčovacího potrubí (8).



Obr.1



Obr.2