



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

234364

(11) (B1)

(22) Přihlášeno 12 02 82  
(21) (PV 965-82)

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>  
F 22 B 33/12

(40) Zveřejněno 13 08 84

(45) Vydáno 15 10 86

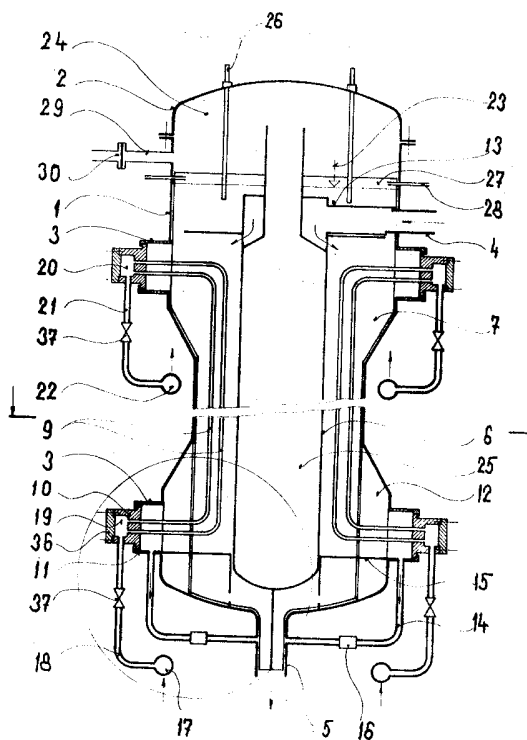
(75)

Autor vynálezu

MARTOCH JOSEF ing., DUBŠEK FRANTIŠEK prof. ing. DrSc.,  
MATAL OLDŘICH ing. CSc., BRNO

(54) Tělesový parní generátor s teplosměnnými svazky

U tělesového parního generátoru je do svislého tělesa s hladinou sodíku mezi vstupním nátrubkem sodíku a přírubovým spojem snímatelného víka vložena vyjímatelná vestavba válcového tvaru, s vnitřním prostorem vestavby těsně odděleným od prostoru sodíku a zaústujícím nad hladinou sodíku do plynového prostoru, opatřená podélnými žebry rozdělujícími sodíkový prostor v tělese na jednotlivé svislé kanály, v nichž jsou vloženy teplosměnné svazky s trubkami zakotvenými na obou koncích v trubkovnicích, přičemž na stěně každého kanálu tvořené tělesem je vytvořena jedna nebo více dvojice hrdel a v každém kanálu je vložen jeden nebo více nad sebou umístěných teplosměnných svazků těsně uložených svými konci v hrdlech příslušné dvojice hrdel a na každý kanál je napojeno alespoň jedno čidlo průniku vody do sodíku. Vynálezu lze použít u parních generátorů jaderných elektráren, kde je provozován rychlý, sodíkem chlazený reaktor.



Vynález se týká tělesového parního generátoru s teplosměnnými svazky vhodného zejména pro jaderné elektrárny s rychlým, sodíkem chlazeným reaktorem.

Parní generátor tvoří v komplexu jaderné elektrárny s rychlým, sodíkem chlazeným reaktorem jeden z rozhodujících uzlů provozní bezpečnosti. Teplosměnná plecha parního generátoru odděluje od sebe pracovní látky, tekutý sodík a vodu, resp. vodní páru, při porušení její těsnosti dochází k prudké reakci sodíku s vodou za vývinu tepla a současného nárůstu tlaku v oblasti reakce. Pravděpodobnost porušení této těsnosti a tedy vzniku havarijní situace parního generátoru se dá snížit určitými opatřeními při návrhu a výrobě parního generátoru, zejména volbou vhodných konstrukčních materiálů, technologických postupů výroby, kvalitou svárových spojů a kontrolou nejexponovanějších míst parního generátoru, nedá se však vyloučit. Je tedy nutné koncipovat parní generátor tak, aby bylo dosaženo rychlé a spolehlivé identifikace poruchy těsnosti, prostorového a časového omezení styku sodíku s vodou v parním generátoru, rychlého vyhledání místa poruchy po odstavení a v neposlední řadě musí umožňovat technicky proveditelnou a po ekonomické stránce účelnou opravu parního generátoru. U známého provedení vertikálního tělesového parního generátoru s teplosměnnými trubkami uspořádanými ve šroubovicích a samostatně vyvedenými vně tělesa může se reakce sodíku s vodou při vzniklé netěsnosti rozšířit do celého objemu, způsob opravy je možný buď zaslepením porušené trubky, jejíž vyhledání bude vzhledem k celkovému počtu trubek zdlouhavé nebo v případě velké poruchy provést výměnu celého parogenerátoru, což je po ekonomické stránce neúnosné. U známého provedení článkového parního generátoru s články tvaru ležatého U, kde několik článků zařazených ze strany sodíku za sebou tvoří tzv. větve a jednotlivé větve jsou uspořádány vedle sebe, lze dobře identifikovat větve s poruchou těsnosti. Podstatnou nevýhodou tohoto provedení je však složitost vnitřního propojovacího potrubí, prostorová náročnost uspořádání a s tím související obtíže při přepravě, montáži a opravách.

Výhody těchto provedení zachovává a nevýhody odstraňuje parní generátor s teplosměnnými svazky uloženými v tělese podle uvedeného vynálezu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že do svislého tělesa parního generátoru s hladinou sodíku mezi vstupním nátrubkem sodíku a přírubovým spojem snímatelného víka je vložena vyjímatelná centrická vestavba válcového tvaru, s vnitřním prostorem vestavby těsně odděleným od prostoru sodíku a vyústěným nad hladinou sodíku do plynového prostoru tělesa, opatřená podélnými žebry rozdělujícími sodíkový prostor v tělese na jednotlivé svislé kanály, v nichž jsou uloženy teplosměnné svazky s trubkami zakotvenými na obou koncích v trubkovicích, přičemž na každé stěně kanálu tvořené pláštěm tělesa je vytvořena alespoň jedna dvojice hrdel a v každém kanálu je vložen alespoň jeden teplosměnný svazek těsně uložený svými konci v hrdlech příslušné dvojice hrdel a na každý kanál je napojeno alespoň jedno čidlo průniku vody do sodíku. Těsné uložení konců teplosměnných svazků v hrdlech je provedeno pomocí mezikusů z jedné strany přivařeného k hrdlu a z druhé strany ke vhodné části teplosměnného svazku, např. k trubkownicy.

Výstupní prostory kanálů jsou propojeny propojovacími potrubími s výstupním potrubím sodíku z parního generátoru, každé propojovací potrubí je opatřeno čidlem průniku vody do sodíku, např. elektromagnetickým průtokoměrem; v případě, že teplosměnný svazek je tvořen dvojitými trubkami s mezivrstvou sodíku, je opatřeno z každého teplosměnného svazku vystupující potrubí sodíku mezivrstvy čidlem průniku vody do sodíku, např. elektromagnetickým průtokoměrem. Na každý z plynových prostorů kanálů je s výhodou napojeno samostatné odběrové potrubí k čidlu vodíku v plynu a kanál může být s výhodou opatřen hladinoměrem. Vstupní a výstupní prostory vody, resp. páry teplosměnných svazků jsou opatřeny snímatelnými dny a do vstupních a výstupních potrubí na tyto prostory napojených jsou s výhodou vloženy uzavírací armatury. Plynový prostor nad hladinou sodíku v tělese parogenerátoru včetně vnitřního prostoru vestavby tvoří celý nebo částečný plynový prostor okruhu sodíku napojeného na parogenerátor a je propojen přes pojistňovací element, např. průtržnou membránu, na separátor produktů reakce sodíku s vodou.

Tělesový parní generátor s teplosměnnými svazky provedený podle vynálezu slučuje v sobě výhody obou současných koncepcí parogenerátoru, článkové a tělesové koncepce a z velké části odstraňuje jejich nevýhody. Zachovává přijatelně hmotnostní a prostorové ukazatele tělesového parogenerátoru spolu se zachováním možnosti kompletní výroby ve výrobním závodě a rychlé montáže, dále zachovává vysokou bezpečnost provozu článkových parogenerátorů, možnost sériové výroby teplosměnných svazků a opravitelnosti výměnou porušených teplosměnných svazků. Provedení parogenerátoru podle vynálezu spolu se systémem havarijní signalizace napojeném na jednotlivé kanály umožňuje identifikaci teplosměnného svazku s poruchou těsnosti ještě před odstavením parogenerátoru, vyhledání porušené trubky nebo svárového spoje trubky s trubkovnicí po odstavení parogenerátoru bude velmi rychlé vzhledem k malému počtu trubek v teplosměnném svazku a k možnosti snadného přístupu k trubkovnicím demontováním snímatelných desek teplosměnných svazků.

Na základě rozsahu poruchy, celkového stavu teplosměnného svazku a plánu výroby jaderné elektrárny lze stanovit optimální způsob a průběh opravy, např. zaslepení porušené trubky, výměnu teplosměnného svazku, odpojení nebo zaslepení teplosměnného svazku ze strany vody a výměna tohoto svazku při nejbližší plánované odstávce parogenerátoru apod.

Všechny tyto opravy se týkají parogenerátoru pouze ze strany vody, sodíková strana zůstává beze změny. Následky poruchy těsnosti s následnou reakcí sodíku s vodou budou poměrně malé vzhledem k prostorovému a časovému omezení reakce a dále vzhledem k nízkému tlakovému zatížení parogenerátoru plynoucím z kompenzačního účinku plynového prostoru. Další podstatnou výhodou provedení je, že lze horní prostor parogenerátoru dimenzovat tak, že plně nahrazuje vyrovnávací nádrž sodíkového okruhu připojeného k parogenerátoru.

Příklad provedení tělesového parního generátoru s teplosměnnými svazky podle vynálezu je znázorněn na výkresech, kde obr. 1 představuje celkový pohled na parogenerátor s trubkami s jednoduchou stěnou, obr. 2 potom příčný řez tímto parogenerátorem. Na obr. 3 a 4 jsou znázorněny detaily výstupního uzlu sodíku z teplosměnného svazku pro alternativy teplosměnného svazku tvořeného dvojitými trubkami se sodíkovou mezivrstvou (obr. 3) a mezivrstvou helia (obr. 4).

Parogenerátor sestává ze svislého válcového tělesa 1 opatřeného snímatelným víkem 2, dvojicí hrdel 3, vstupním nátrubkem 4 a výstupním nátrubkem 5 sodíku. Do tělesa 1 je vložena vyjímatelná centrická vestavba 6 opatřená podélnými žebry 7 v horní části zasedajícími do plynového prostoru parního generátoru a v dolní části zasedajícími do výstupního nátrubku 5 sodíku z parního generátoru. V každém kanálu 8 ohraničeném vestavbou 6, pláštěm tělesa 1 a podélnými žebry 7 je vložen jeden teplosměnný svazek 9. Trubky teplosměnného svazku 9 jsou svými konci zakotveny v trubkovnicích 10 přivařených pomocí válcových mezikusů 11 k hrdlům 3 příslušné dvojice hrdel. Těleso 1 je v místě hrdel 3 rozšířeno, v dolní části tělesa jsou v místě rozšíření připojená zevnitř tělesa 1 pomocná podélná žebra 12 zachovávající i v této části rozdělení sodíkového prostoru v tělese 1 na jednotlivé kanály 8. Sodík vstupuje do tělesa vstupním nátrubkem 4 sodíku přes rozváděcí kus 13, který je součástí vyjímatelné vestavby 6. Proudí shora dolů jednotlivými kanály 8 a z nich vystupuje výstupním propojovacím potrubím 14 sodíku vně tělesa 1 zavedeným do výstupního nátrubku 5 sodíku. K zamezení průtoku sodíku z kanálů 8 přímo do výstupního nátrubku 5 sodíku je do tělesa vložena přepážka 15. Každé výstupní propojovací potrubí 14 sodíku je osazeno čidlem 16 průniku vody do sodíku, např. elmag. průtokoměru. Voda vstupuje přes rozváděcí komory 17 vstupním propojovacím potrubím vody 18 do vstupních prostorů 19 teplosměnných článků 2, proudí trubkami zdola nahoru, odpeřuje se a přehřívá.

Přehřátá pára vystupuje z výstupních prostorů 20 přes výstupní propojovací potrubí 21 páry a sběrné komory 22 z parogenerátoru. Pro rychlé odstavení porušeného teplosměnného svazku ze strany vody jsou vstupní potrubí 18 a výstupní potrubí 21 opatřena uzavíracími armaturami 37. Parní generátor plní i funkci vyrovnávací nádrže připojeného sodíkového okruhu, hladina sodíku 33 se pohybuje v rozmezí mezi vstupním nátrubkem 4 sodíku a přírubovým spojem snímatelného víka 2. Plynový prostor je tvořen plynovým prostorem 24 nad hladinou

sodíku 23 a vnitřním prostorem 25 vyjímatelné vestavby 6 těsně odděleným od prostoru sodíku v parním generátoru. Do jednotlivých kanálů 8 jsou zanořeny hladinoměry 26 a do jednotlivých plynových prostorů 27 kanálů zaústují odběrová potrubí 28. Obojí je napojeno spolu s průtokoměry na systém havarijní signalizace parního generátoru. Plynový prostor je napojen odlehčovací potrubím 29 přes průtržnou membránu 30 na neznázorněný separátor produktů reakce sodíku s vodou.

Demontáž porušeného teplosměnného svazku se provádí tak, že po vypuštění sodíku z parního generátoru se sejme snímatelné víko 2, vyjme vyjímatelná vestavba 6, odříznou se mezikusy 11, teplosměnné svazky 9 se posunou směrem do středu tělesa a vytáhnou se nahoru z tělesa. Opačným způsobem se provede montáž nového teplosměnného svazku. Pro usnadnění přístupu k trubkovnicím jsou vstupní prostor 18 a výstupní prostory 20 vody opatřeny snímatelnými dny 36.

Na obr. 3 je znázorněn výstupní uzel sodíku z teplosměnného svazku. Trubky teplosměnného svazku 9 jsou dvojité s mezivrstvou 31 proudícího sodíku, který je zčásti sodík protékající parním generátorem. Trubkovnice jsou dvojité a výstupní mezitrubkovnicové prostory 32 teplosměnných svazků 9 jsou napojeny výstupními potrubími 33 mezivrstvy na výstupní nátrubek 5 sodíku. Každé výstupní potrubí mezivrstvy 33 je osazeno čidlem průniku vody 16 do sodíku, např. elmag. průtokoměrem. U tohoto provedení parního generátoru, vzhledem k tomu, že případná netěsnost je indikována v sodíku mezivrstvy, je vynechána přepážka 15. Ostatní části parního generátoru jsou provedeny obdobně jako u příkladu provedení na obr. 1 a 2. Na obr. 4 je znázorněn výstupní uzel sodíku z teplosměnného svazku. Trubky teplosměnného svazku 9 jsou dvojité s mezivrstvou hélia 34. Provedení je obdobné s provedením parního generátoru s dvojitými trubkami s mezivrstvou proudícího sodíku s tím rozdílem, že mezitrubkové prostory 29 jsou indikačním potrubím 35 samostatně napojeny na neznázorněné čidlo netěsnosti.

#### PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Tělesový parní generátor s teplosměnnými svazky se svislým tělesem opatřeným dnem, víkem a nátrubky přívodu a odvodu sodíku a s teplosměnnými svazky vloženými do tělesa, vyznačující se tím, že do svislého tělesa (1) s hladinou sodíku (23) mezi vstupním nátrubkem (4) sodíku a přírubovým spojem snímatelného víka (2) je vložena vyjímatelná vestavba (6) válcového tvaru, s vnitřním prostorem vestavby těsně odděleným od prostoru sodíku a vyústěným nad hladinou sodíku (23) do plynového prostoru (24), opatřená podélnými žebry (7) rozdělujícími sodíkový prostor v tělese (1) na jednotlivé svislé kanály (8), v nichž jsou vloženy teplosměnné svazky (9) s trubkami zakotvenými na obou koncích v trubkovnicích (10), přičemž na stěně každého kanálu (8) tvořeného tělesem (1) je vytvořena jedna nebo více dvojic hrdel (3) a v každém kanálu (8) je vložen jeden nebo více nad sebou umístěných teplosměnných svazků (9) těsně uložených svými konci v hrdlech (3) příslušné dvojice hrdel a na každý kanál (8) je napojeno alespoň jedno čidlo průniku vody do sodíku.

2. Tělesový parní generátor s teplosměnnými svazky podle bodu 1, vyznačující se tím, že konce teplosměnného svazku (9) jsou těsně uloženy v hrdlech (3) pomocí mezikusu (11) z jedné přivařeného k hrdlu (3) a z druhé strany k vhodné části teplosměnného svazku (9), např. k trubkovnici (10).

3. Tělesový parní generátor s teplosměnnými svazky podle bodu 1, vyznačující se tím, že výstupní prostory kanálu (8) jsou propojeny s výstupním nátrubkem (5) sodíku výstupními propojovacími potrubími (14) sodíku vně tělesa, přičemž každé výstupní propojovací potrubí (14) sodíku je osazeno čidlem (16) průniku vody do sodíku např. elektromagnetickým průtokoměrem.

4. Tělesový parní generátor s teplosměnnými svazky podle bodu 1, vyznačující se tím, že trubky teplosměnného svazku (9) jsou dvojité s mezivrstvou (31) proudícího sodíku, přičemž výstupní potrubí (33) sodíku mezivrstvy teplosměnného svazku (9) je osazeno čidlem (16) průniku vody do sodíku, např. elektromagnetickým průtokoměrem.

5. Tělesový parní generátor s teplosměnnými svazky podle bodu 1, vyznačující se tím, že trubky teplosměnného svazku (9) jsou dvojité s mezivrstvou (34) plynu, přičemž na každý mezitrubkovnicový prostor (29) teplosměnného svazku (9) lze samostatně připojit indikačním potrubím (35) čidlo těsnosti.

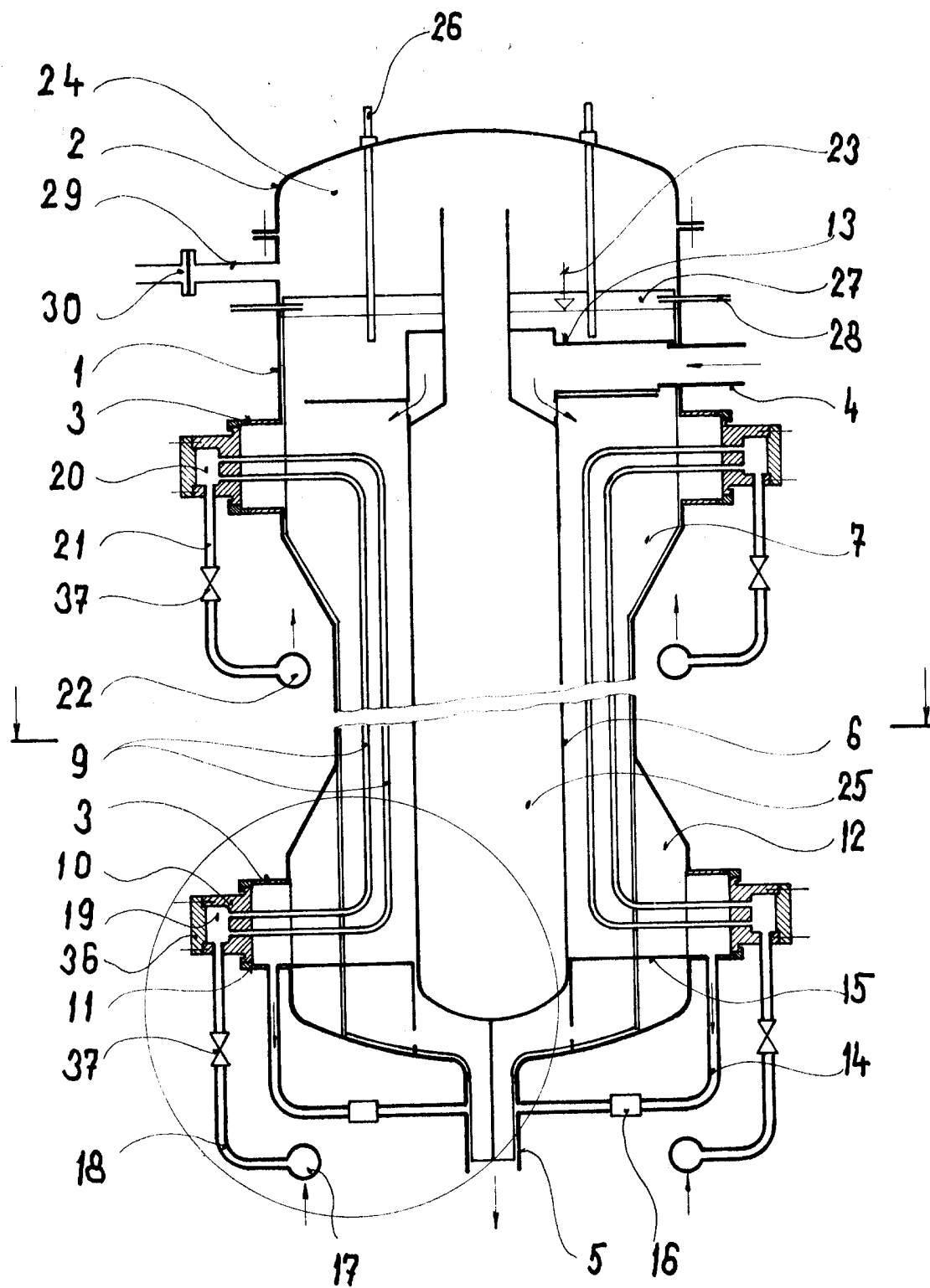
6. Tělesový parní generátor s teplosměnnými svazky podle bodu 1, vyznačující se tím, že na každý plynový prostor (27) kanálu (8) je napojeno odběrové potrubí (28) k čidlu vodíku v plynu a kanál (8) je s výhodou opatřen hladinoměrem (26).

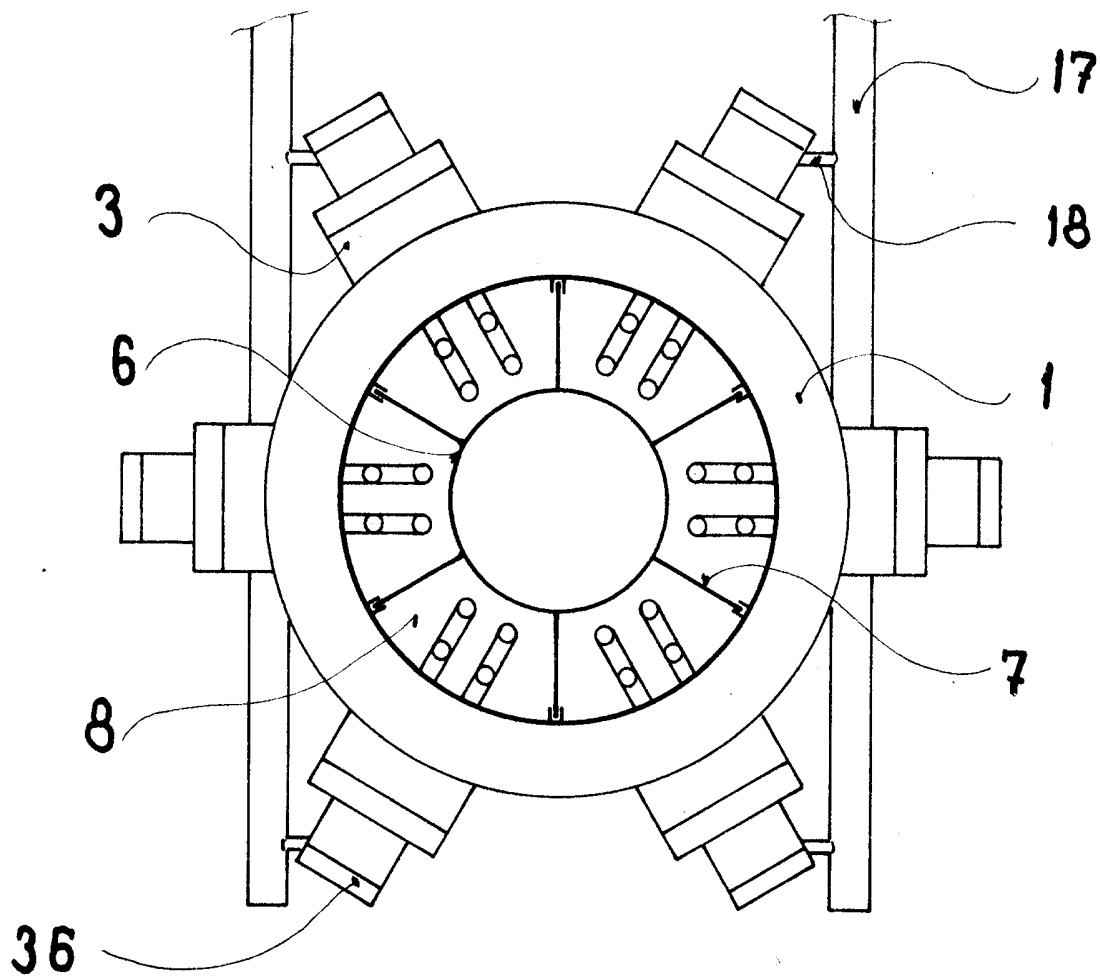
7. Tělesový parní generátor s teplosměnnými svazky podle bodu 1, vyznačující se tím, že vstupní prostory (19) vody a výstupní prostory (20) páry teplosměnných svazků (9) jsou opatřeny snímatelnými dny (36).

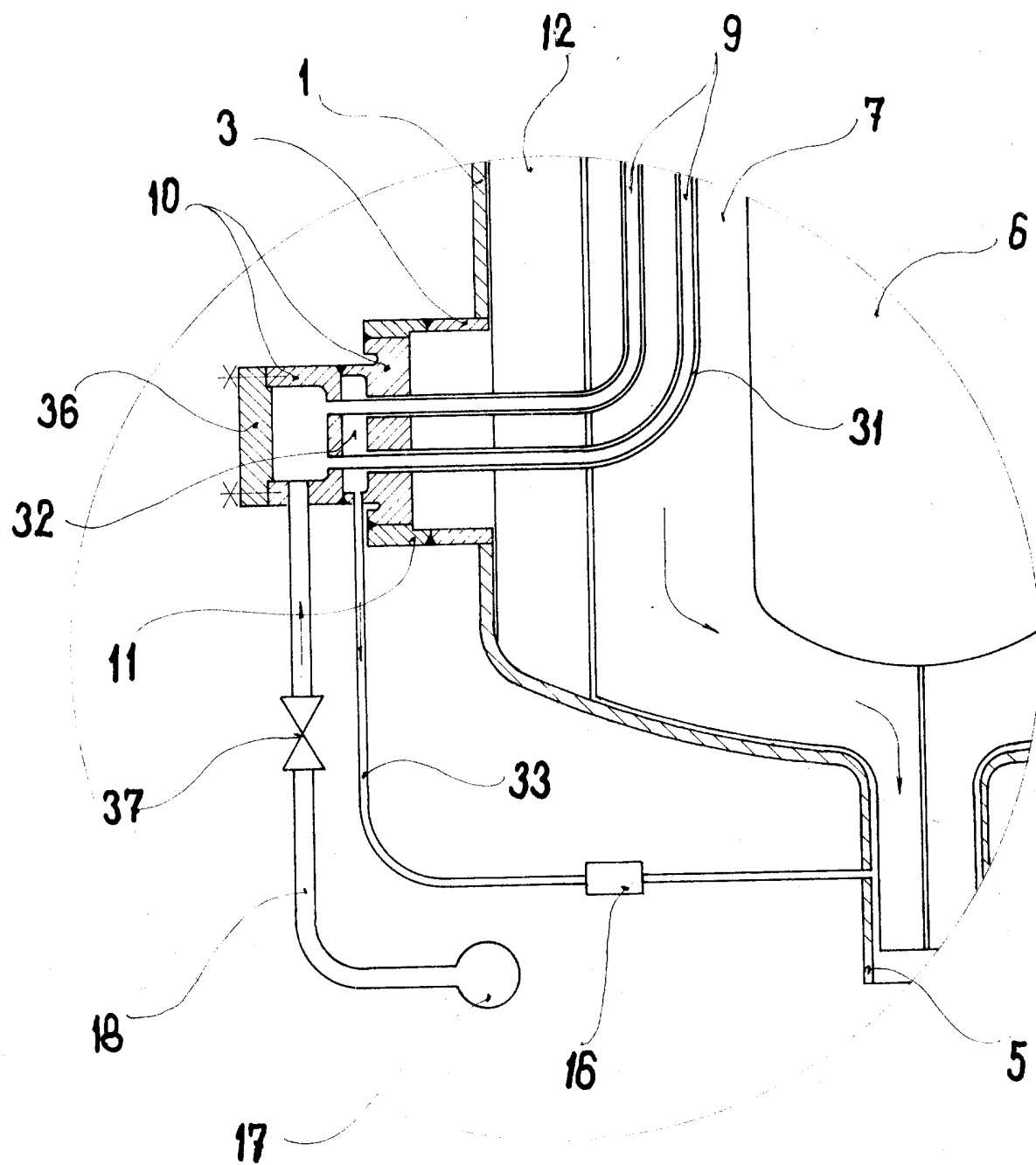
8. Tělesový parní generátor s teplosměnnými svazky podle bodu 1, vyznačující se tím, že vstupní potrubí (18) vody a výstupní potrubí (21) páry jednotlivých teplosměnných svazků (9) je opatřeno uzavíracími armaturami (37).

9. Tělesový parní generátor s teplosměnnými svazky podle bodu 1, vyznačující se tím, že plynový prostor (24) je napojen odlehčovacím potrubím (26) přes pojišťovací element (30), např. průtržnou membránu na separátor produktů reakce sodíku s vodou.

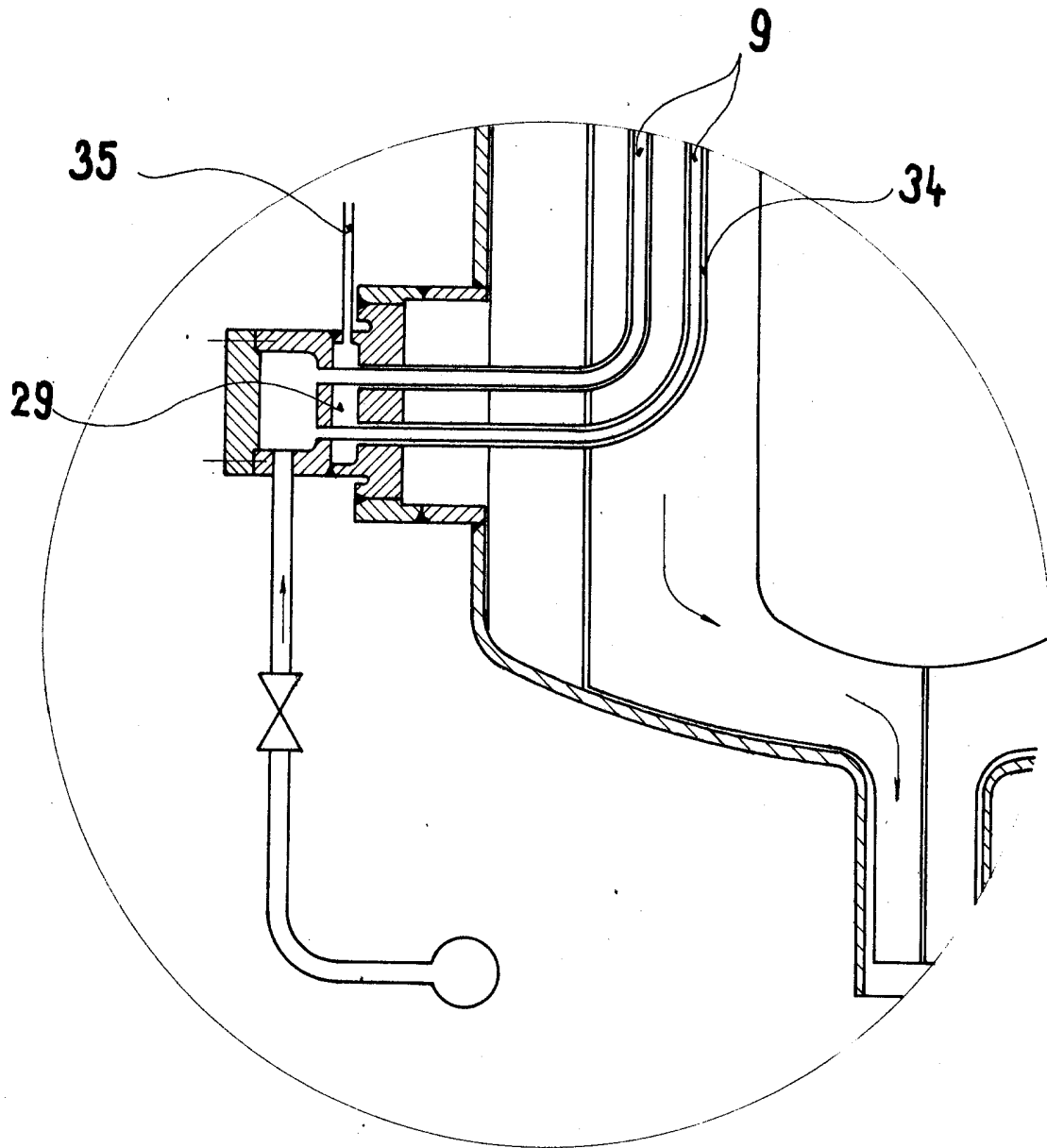
10. Tělesový parní generátor s teplosměnnými svazky podle bodu 1, vyznačující se tím, že plynový prostor (24) nad hladinou (23) sodíku včetně vnitřního prostoru (25) vestavby tvoří celý nebo částečný plynový prostor okruhu sodíku napojeného na parní generátor.







234364



0BR. 4