



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

204752
(11) (B1)

[22] Přihlášeno 30 07 79
[21] (PV 5266-79)

[51] Int. Cl.³
G 21 C 15/16

[40] Zveřejněno 31 07 80

[45] Vydáno 29 10 82

[75]
Autor vynálezu

MAŠEK VÁCLAV ing., ŘÍMAN JAROSLAV, MÁNEK OLDŘICH ing., QUITTA
RADOMÍR ing. a MALÁSEK VÁCLAV ing., BRNO

[54] Parogenerátor, zvláště pro jaderné elektrárny, s tekutým kovem
jako teplotní nositelem

Vynález řeší parogenerátor, zvláště pro jaderné elektrárny, s tekutým kovem jako teplotní nositelem.

Jaderné elektrárny zejména ty, které mají jako zdroj tepla jaderný reaktor, pracující s rychlými neutrony, potřebují z relativně malého prostoru odvádět velká množství tepla. Dosavadní zkušenost ukazuje, že neekonomičtěji je toto teplo odváděno tekutým kovem. Z hlediska teplotního a z hlediska konstrukčního a fyzikálního se jeví nejlepším teplotním nositelem tekutý sodík. Nevýhodou užití sodíku v okruhu jaderných elektráren je jeho bouřlivá exotermická reakce s vodou, která je poměrně málo závislá na skupenství vody.

Tato skutečnost vede konstruktéry parních generátorů k hledání co nejbezpečnější konstrukce parního generátoru, z hlediska možnosti průniku vody do sodíku, dále k hledání metod zjišťování mikroprůniků vody do sodíku a v neposlední řadě k hledání možnosti co nejrychlejšího zastavení reakce mezi vodou a sodíkem v případě průniku a

uzpůsobení konstrukce parního generátoru tak, aby poškozené a nevyhovující komponenty, ať již popsanou reakcí, nebo i z jiného důvodu bylo možno buď opravit nebo vyměnit. Jsou známy různé typy parních generátorů s tekutým kovem jako teplotním nositelem.

Z hlediska omezení mezi sodíkem a vodou jsou velmi často užívány článkové parní generátory. Články těchto parních generátorů jsou tvořeny několika teplosměnnými trubkami, umístěnými v tlakové obalové trubce. Teplosměnné trubky jsou buď zaústěny do trubkovnice, nebo jsou individuálně vyvedeny z obalové trubky průchodkami do sběrné komory. Pro zlepšení bezpečnosti zakotvení trubek do trubkovnice se užívá tzv. dvojité trubkovnice, mezi kterými se nachází inertní plyn jako indikační medium průniku vody nebo sodíku spojem trubka—trubkovnice. Jsou známy rovněž parogenerátory článkového typu s dvojitou teplosměnnou trubkou. Nevýhodou článkových parogenerátorů je velký obestavěný prostor, potřebný pro umístění parogenerátorů, což

zejména u jaderných elektráren velkého výkonu je dosti podstatný problém. Výhodou takto konstruovaného parogenerátoru je snadná indikace poškozeného článku a možnost zaslepení nebo výměny poškozeného článku.

Pro jaderné elektrárny velkých výkonů jsou navrženy korpusové parní generátory. Jsou to tlakové nádoby o průměru několika metrů, vysoké deset i více metrů, ve kterých jsou umístěny teplosměnné trubky.

Jsou známa provedení, kdy trubky jsou individuálně vyvedeny z tlakové nádoby, nebo jsou spojeny do svazků a zaústěny do několika trubkovnic. Velkou nevýhodou takto uspořádaných parních generátorů je nutnost odstavení velkého výkonu v případě poruchy i pouze jedné trubky, obtížnost hledání netěsností a oprav při poruše, což často velmi prodlužuje dobu, potřebnou pro provedení opravy a snižuje využití výkonu elektrárny. Při tom je velké nebezpečí, že v případě průniku vody do sodíku se zúčastní reakce celý objem sodíku, nacházející se v nádobě parogenerátoru. Výhoda korpusových parních generátorů je v tom, že parogenerátor i pro velký výkon lze umístit do relativně malého prostoru parogenerátorové kobky jaderné elektrárny.

Jsou rovněž známy parní generátory s výměnnými články, sestavenými z trubek tvaru U. Tyto parní generátory velmi vhodně řeší kompenzaci tepelné dilatace trubek, jsou kompaktní a zastavují malý prostor. Jejich velkou nevýhodou je to, že pro demontáž článku je potřeba nádobu opatřit přírubou, což při velkých průměrech nádob je neefektivní a výrobně značně náročné a pro výměnu článku je pak potřeba celou nádobu demontovat, provést demontáž starého a montáž nového článku a pak přírubový spoj znovu utěsnit, což je velmi nákladné a z hlediska časového využití elektrárny zdlouhavé.

Uvedené nevýhody dosavadních konstrukcí parních generátorů odstraňuje parogenerátor zvláště pro jaderné elektrárny s tekutým kovem jako teplonositelem podle vynálezu, jehož teplosměnná plocha je tvořena teplosměnnými trubkami, umístěnými v nádobě, přičemž teplosměnné trubky jednoho parogenerátoru jsou uspořádány do několika přímých svazků tak, že teplosměnné trubky každého přímého svazku na obou svých koncích zakotvené do trubkovnice a tvořící spolu s trubkovnicemi přímé parogé-

nerátorové články. Podstata vynálezu spočívá v tom, že parogenerátorové články jsou umístěné v nádobě, při čemž kolem teplosměnných trubek každého přímého svazku je v nádobě umístěn obalový plášť s otvory pro průtok tekutého kovu a prostor mezi obalovými plášti je uzavřen příčnými přepážkami, opatřenými těsníci průchodkami, umístěnými v místě průchodu obalových plášťů přímých parogenerátorových článků příčnými přepážkami.

Výhodou tohoto provedení parního generátoru je, že odstraňuje nedostatky korpusových parních generátorů při indikaci poruchy, umožňuje opravitelnost, případně výměnu porušené části s relativně nízkou pracností a při tom zachovává stěžejní vlastnost korpusových parních generátorů, tedy malý obestavěný prostor, jednoduchý přívod pracovních medií a snadnou transportovatelnost. Parogenerátor podle vynálezu při tom v případě poruchy těsnosti mezi tekutým kovem a vodou omezuje šíření extermické reakce do vnitřního prostoru nádoby, neboť jednotlivé přímé parogenerátorové články jsou obklopeny obalovými plášti, které prostor parogenerátorů rozdělují na relativně malé sekce.

Příklad provedení parogenerátoru podle vynálezu je znázorněn na připojených výkresech, kde obr. 1 představuje principiální schéma uspořádání přímých parogenerátorových článků a jejich umístění v nádobě, obr. 2 schéma parního generátoru s výparníkem a s přehřívákem, obr. 3 je řez parního generátoru podle obr. 2, v místě označeném A—A.

Jak je znázorněno na obr. 1, jsou teplosměnné trubky 1 oběma svými konci zaústěny do trubkovnic 3 a tvoří tak přímé svazky 2, které spolu s obalovými plášti 6 jsou sestaveny do přímých parogenerátorových článků 4, umístěných do nádob 5, ve které jsou vbudovány příčné přepážky 7 pro usměrnění průtoku tekutého kovu. Jak je znázorněno na obr. 2, jednotlivé přímé parogenerátorové články 4 podle zapojení na straně vody a páry jsou uspořádány tak, že tvoří přehřívák 8 a výparník 9. Při tom mezi skupinou přímých parogenerátorových článků 4, tvořících výparník 9 a skupinou přímých parogenerátorových článků 4, tvořících přehřívák 8, je umístěn válcový plášť 10 ve spodní části zakončený stínící přepážkou 11. Tekutý kov v nádobě 5 může vytvo-

řit hladinu tekutého kovu 12, pod kterou jsou zaústěny usměrňovací pláště 13, umožňující bezrázový přívod tekutého kovu z přehříváku 8 do výparníku 9. Usměrňovací válec 14 slouží k převedení tekutého kovu přes příčnou přepážku 7 k otvorům 16 pro průtok tekutého kovu v obalových pláštích 6. Nežádoucí průtok tekutého kovu mezi obalovým pláštěm 6 a otvorem v příčné přepážce je omezen těsnící průchodkou 15. Pro přívod tekutého kovu do nádoby 5 slouží vstupní hrdlo 17 a příváděcí trubka 19. Tekutý kov je z nádoby 5 odváděn výstupním hrdlem 18. Pro přívod napájecí vody slouží vstup 20 napájecí vody. Odvod páry z výparníku je proveden výstupem 21 páry a vstupem 22 páry je pára zavedena do přehříváku 8. Odvod přehřáté páry z parního generátoru je proveden výstupem 23 přehřáté páry.

Napájecí voda je do parogenerátoru, zvláště pro jaderné elektrárny s tekutým kovem jako teplotní nositelem, přivedena vstupem 20 napájecí vody. Prochází vnitřkem teplosměnných trubek 1 výparníku 9, je odpařována až na požadovanou suchost a výstupem 21 páry je odváděna buď k separátoru, který není v obrázcích nakreslen, anebo je přímo převedena přes vstup 22 páry do vnitřku teplosměnných trubek 1 přehříváku 8. V přehříváku 8 je pára přehřátá na zadanou teplotu a výstupem 23 přehřáté páry je odváděna k dalšímu použití.

Tekutý kov je příváděn vstupním hrdlem 17, příváděcí trubkou 19 je převeden do

spodní části nádoby 5 až k stínící přepážce 11, která chrání dno nádoby 5 před tepelnými účinky vstupního tekutého kovu. Tekutý kov pak prochází usměrňovacím válcem 14, otvory 16 pro průtok tekutého kovu do vnitřku obalového pláště 6 přehříváku 8 a kolem teplosměnných trubek 1 proudí vzhůru k hornímu dnu nádoby 5, odkud je pomocí usměrňovacích plášťů 13 zaveden pod hladinu 12 tekutého kovu tak hluboko, aby bylo zamezeno vírům v hladině 12 tekutého kovu a následnému strhávání inertního plynu do tekutého kovu.

Usměrňovacím pláštěm 13 je pak tekutý kov zaveden do výparníku 9 a kolem jeho teplosměnných trubek 1 proudí do spodku nádoby 5 a výstupním hrdlem 18 je odváděn zpět k reaktoru.

Pro zamezení nežádoucího průtoku tekutého kovu mimo prostor teplosměnných trubek 1 jsou v příčných přepážkách 7 vytvořeny těsnící průchodky 15.

Konstrukční provedení přímých parogenerátorových článků 4 přehříváku 8 i výparníku 9 je takové, aby přímý parogenerátorový článek 4 bylo možno přes usměrňovací válec 14, těsnící průchodky 15 a usměrňovací plášť z nádoby 5 vyjmout a zaměnit jiným přímým parogenerátorovým článkem 4. Připojení přímých parogenerátorových článků 4 k nádobě 5 může být provedeno svarem na straně výstupu 21 syté páry a na vstupu 20 napájecí vody u výparníku 9, respektive na straně vstupu 22 syté páry a na straně výstupu 23 přehřáté páry u přehříváku 8.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

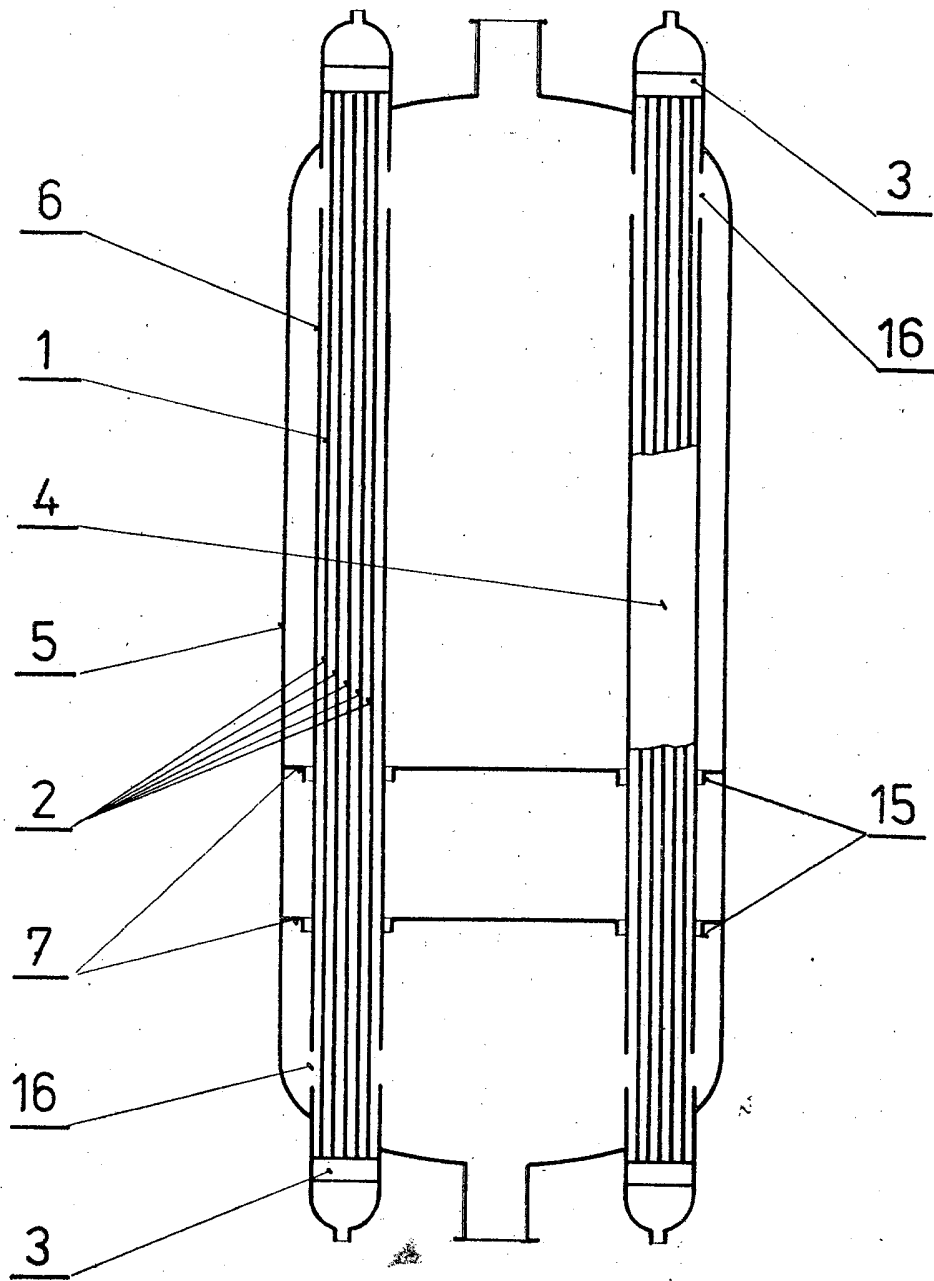
1. Parogenerátor, zvláště pro jaderné elektrárny s tekutým kovem jako teplotní nositelem, jehož teplosměnná plocha je tvořena teplosměnnými trubkami, umístěnými v nádobě, přičemž teplosměnné trubky jednoho parogenerátoru jsou uspořádány do několika přímých svazků tak, že teplosměnné trubky každého přímého svazku na obou svých koncích zakotvené do trubkovnice a tvořící spolu s trubkovnicemi přímé parogenerátorové články, vyznačený tím, že parogenerátorové články jsou umístěny v nádobě (5), přičemž kolem teplosměnných trubek (1) každého přímého svazku (2) je v nádobě

(5) umístěn obalový plášť (6) s otvory (16) pro průtok tekutého kovu a prostor mezi obalovými plášti (6) je uzavřen příčnými přepážkami (7), opatřenými těsnícími průchodkami (15), umístěnými v místě průchodu obalových plášťů (6) přímých parogenerátorových článků (4) příčnými přepážkami (7).

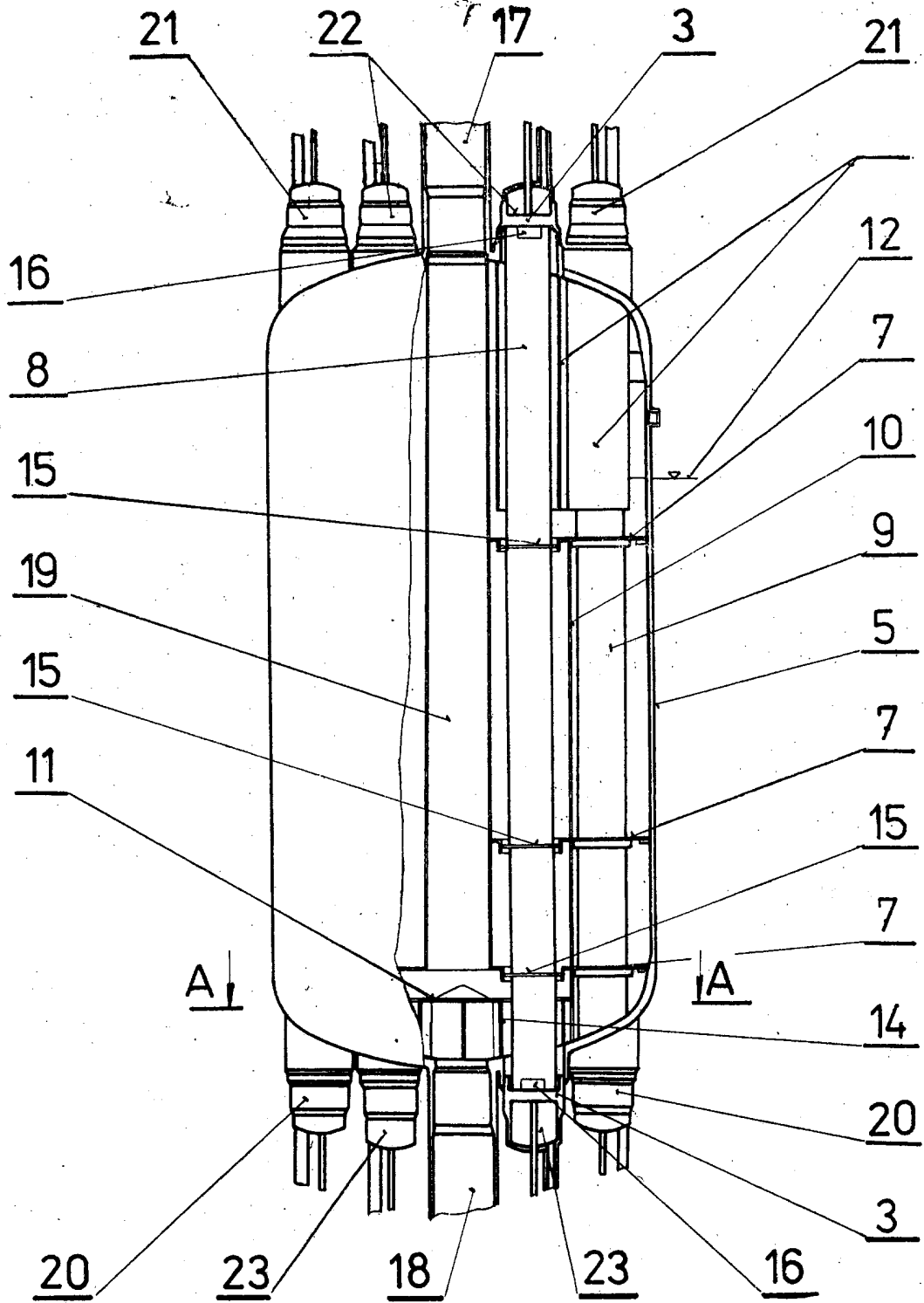
2. Parogenerátor podle bodu 1 vyznačený tím, že přímé parogenerátorové články (4) jsou uspořádány ve společné nádobě tak, že část přímých parogenerátorových článků (4), zapojených na straně vody a páry jako přehřívák (8) je ve smyslu proudění tekutého kovu zapojena v sérii

- s částí přímých parogenerátorových článků (4), zapojených na straně vody a páry jako výparník (9).
3. Parogenerátor podle bodů 1 a 2 vyznačený tím, že mezi přímé parogenerátorové články (4) přehříváku (8) a přímé parogenerátorové články (4) výparníku (9) je umístěn válcový plášť (10) uzavřený dole stínicí přepážkou (11).
 4. Parogenerátor podle bodů 1 až 3 se stanovou a v průběhu provozu udržovanou hladinou tekutého kovu a prostorem nad hladinou tekutého kovu, zaplněným netečným plynem vyznačený tím, že kolem každého obalového pláště (6) přímého parogenerátorového článku (4) je v části horního průchodu přímých parogenerátorových článků (4) nádobou (5) směrem dolů až do průchodu hladinou (12) tekutého kovu umístěn usměrňovací plášť (13).
 5. Parogenerátor podle bodů 1 až 4 vyznačený tím, že v místě průchodu přímých parogenerátorových článků (4) přehříváku (8) stínicí přepážkou (11) jsou otvory pro průchody přímých parogenerátorových článků (4) přehříváku (8) stínicí přepážkou (11) lemovaný usměrňovacím válcem (14) připojeným svým dolním koncem k nádobě (5).
 6. Parogenerátor podle bodů 1 až 5 vyznačený tím, že přímé parogenerátorové články (4) umístěné v nádobě (5) jsou vyměnitelné.

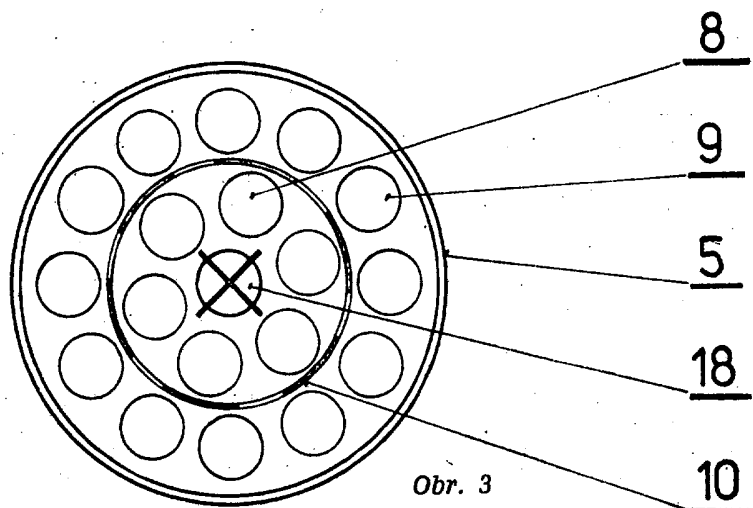
3 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3